

HIERROS SEDIMENTARIOS ORDOVÍCICOS Y PATRIMONIO MINERO DE VIVEIRO (LUGO)

Juan Carlos Gutiérrez-Marco¹ e Isabel Rábano²

¹ Instituto de Geociencias (CSIC, UCM), Facultad de Ciencias Geológicas, José Antonio Nováis 12, 28040 Madrid, jcgrapto@ucm.es

² Museo Geominero, Instituto Geológico y Minero de España, Ríos Rosas 23, 28003 Madrid, i.rabano@igme.es

RESUMEN

El grupo minero de Viveiro (minas de A Silvarosa y Galdo) representó en su momento uno de los yacimientos de hierro más importantes de Galicia. Las minas fueron explotadas intermitentemente entre 1896 y 1966, con la mayor parte de su producción destinada a la exportación; aunque en el siglo XVIII ya se habían empleado minerales de la prolongación septentrional del yacimiento, para abastecer a la siderurgia local (horno alto de Sargadelos). La mineralización corresponde a una capa sedimentaria de 2-20 m de espesor (hasta 40 m en la charnela de pliegues). Su textura ooidal y mineralogía originales se vieron muy transformadas por metamorfismo de contacto varisco, hasta generar una mena masiva semifosforosa y rica en magnetita. La revisión estratigráfica de la sucesión ordovícica local permite estimar la edad de la mineralización como Ordovícico tardío (Sandbiense o Katiense temprano), por correlación con los principales horizontes de hierro sedimentario conocidos en otras localidades del margen gondwánico europeo. También se aclara la posible edad y correlación del resto de la sucesión ordovícica posterior al depósito del hierro. Desde el punto de vista del patrimonio minero, la única actuación abordada fue la rehabilitación del antiguo cargadero de mineral de hierro en la ría de Viveiro (Parque Etnográfico da Ínsua, inaugurado en 2002). A ello sería interesante añadir la futura rehabilitación y puesta en valor de la mina de A Silvarosa-Choupín, que podría recuperarse como un nuevo atractivo turístico-cultural para el concejo de Viveiro. En esta iniciativa trabaja actualmente la Asociación Cultural e Deportiva Minas da Silvarosa.

PALABRAS CLAVE: Minería del hierro, hierro oolítico, Ordovícico, magnetita, patrimonio minero, historia de la minería, Zona Centroibérica, noroeste de España.

ABSTRACT

The Viveiro ore bodies (A Silvarosa and Galdo mines west of Viveiro, Lugo province) represented in the past one of the most important iron deposits exploited in Galicia (NW Spain). The mines operated intermittently between 1896 and 1966, with the major part of the production set to export, although in the seventeenth century minerals from the deposit's northern extension were used to supply the local iron industry (the Sargadelos blast furnace). Mineralization corresponds to a sedimentary ore bed with a thickness of 2 to 20 m (up to 40 m in some fold hinges). Its original ooidal texture and mineralogy were highly transformed by contact metamorphism, leading to a massive and semi-phosphorous ironstone rich in magnetite. A stratigraphic overview of the local Ordovician sequence favours a Late Ordovician (Sandbian or earliest Katian) age for the mineralization, by correlation with the main ooidal ironstones known from the Ordovician of the European Gondwanan margin. The age and correlation of the Ordovician succession that overlies the ironstone is also discussed. From the point of view of mining heritage, the only activity undertaken to date is the restoration of the old iron ore loading point in the Viveiro estuary (the Ínsua Ethnographic Park, opened in 2002). An interesting addition to this project would be the future restoration and boosting of the A Silvarosa-Choupín mine, which could be recovered as a new tourist and cultural attraction for the municipality of Viveiro. The Minas da Silvarosa Cultural and Sports Association is currently working on this initiative.

KEY WORDS: Iron mining, oolitic ironstone, Ordovician, magnetite, mining heritage, history of mining, Central-Iberian Zone, NW Spain.

Recibido: 24 de noviembre, 2014 • Aceptado: 22 de diciembre, 2014

INTRODUCCIÓN

La minería del hierro conoció un notable auge en el norte de España entre finales del siglo XVIII e inicios del XX, en un principio para abastecer a la industria local (hornos altos de Sargadelos y de Vizcaya), y muy pronto para su exportación a otros países, hasta el desencadenamiento de la Primera Guerra Mundial. Previamente a ello, numerosas herrerías beneficiaban mineralizaciones de hierro locales, esencialmente de naturaleza limonítica, tanto en Galicia como en el oeste de Asturias y oeste de León, cuya tradición se remonta a la Edad Media o quizá a tiempos romanos y prerromanos (Cornide, 1783; Eleicegui, 1909b; González Pérez, 1994; Lara Coira, 2010, entre otros). Schulz (1835) fue el primer autor en vincular, geológicamente, a la mayoría de los yacimientos ferríferos gallegos con ciertas formaciones pizarrosas, que clasificó como del *Terreno de Transición* (yacimientos del Courel, oeste y sur de Ribadeo) o, con dudas, posiblemente también como del *Terreno Primitivo* (yacimientos del oeste y sur de Guntín, este de Roupar, oeste de Vilalba y sur de Baamonde). El primer terreno citado agrupaba, en el siglo XIX, a la mayor parte de las rocas paleozoicas, que por entonces se consideraban como “de transición” entre los terrenos “primitivos” (ígneos y metamórficos) y los “secundarios” (estratos acuosos con fósiles marinos). El estudio posterior de las menas ferríferas gallegas, desarrollado en el primer tercio del siglo XX, confirmó su carácter mayoritariamente sedimentario y estratiforme, asociado a ciertas formaciones cambrianas o silurianas (Eleicegui, 1909b; Cueto e Irmo, 1910; Cueto, 1918), que en su gran mayoría fueron reasignadas al terreno “Siluriano inferior” (Hernández Sampelayo, 1914, 1922, 1931, 1934, 1935, 1951; IGME, 1964, 1970b, 1975a), a su vez equivalente al sistema Ordovícico actual.

Las minas de hierro más importantes de Galicia radicaron en Viveiro, Vilaoudriz y Freixo [Viveiro, Villaodrid (Puentenuevo) y Freijo (Monforte)], respectivamente, antes de su red denominación oficial en 1983, ratificada en 2000]. Como veremos a continuación, el grupo minero de Viveiro (minas de A Silvarosa y Galdo) se mantuvo activo entre 1896 y 1966, y por su importancia figura en todos los catálogos y mapas geológico-mineros modernos a nivel nacional (IGME, 1972, 1975; Arce Duarte y Fernández Tomás, 1976; Arce Duarte *et al.*, 1977; IGME, 1982; Bastida *et al.*, 1984; Calvo Rebollar, 2009, etc.) e internacional (Zitzmann y Neumann-Redlin, 1977-1978; Petráněk y Van Houten, 1997), además de en el reciente *Mapa de Patrimonio Minero de Galicia* (Ferrero Arias *et al.*, 2012), vinculado con el proyecto Atlanterra de desarrollo geoturístico minero (Ferrero Arias, 2013a, 2013b; Ferrero Arias *et al.*, 2013) del programa de Espacios Atlánticos (Interreg 4B) de la Unión Europea.

El presente artículo pretende contribuir a la memoria del pasado minero de la ciudad y ría de Viveiro, donde algunas instalaciones ya han sido recuperadas para uso público (Parque Etnográfico de A Ínsua, centrado en torno al antiguo cargadero del mineral), en tanto que los vestigios de las minas más importantes (A Silva-

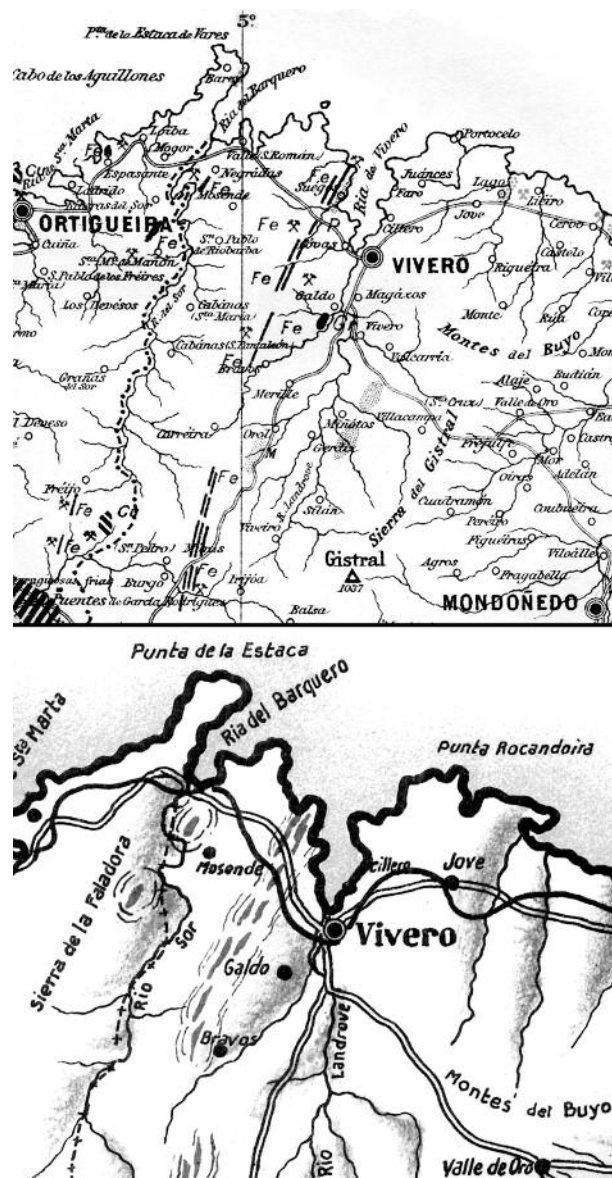


Figura 1. Esquemas de situación de los yacimientos de hierro del oeste de Viveiro y su prolongación meridional hacia Bravos (Ouro). Se indica la traza de las capas ferríferas en sendos mapas publicados originalmente a escala 1:1.400.000. El de arriba es una reproducción parcial del titulado “Distribución de la riqueza minera de Galicia” (Hernández Sampelayo, 1922); en tanto que la imagen de debajo corresponde al mapa “Criaderos de las menas de hierro del Paleozoico de España” (Hernández Sampelayo, 1951).

rosa, Choupín, Galdo) se hallan en un estado lamentable de abandono y con riesgo de desaparición.

SITUACIÓN GEOLÓGICO-GEOGRÁFICA

Las minas de hierro de Viveiro se localizan en las alturas que dominan, tierra adentro, la margen occidental de la ría homónima, dentro de las parroquias vivarienses de Vieiro y Galdo, y en el sector colindante con los concejos de O Vicedo y Ouro. La misma mineralización se continúa hacia el norte hasta alcanzar el Cantábrico (Punta da Abrela, al sureste de O Vicedo); en tanto que hacia el sur se prolonga hasta aproximadamente el valle del Rego de Domeselle, al suroeste de Bravos (Ouro), donde se localiza la última mina de este sector ferrífero, que es el más septentrional de la comarca

ZONA FERRIFERA

CORTE TEÓRICO DE LA COSTA

Por D. Primitivo Hernández Sampelayo
Ingeniero de Minas

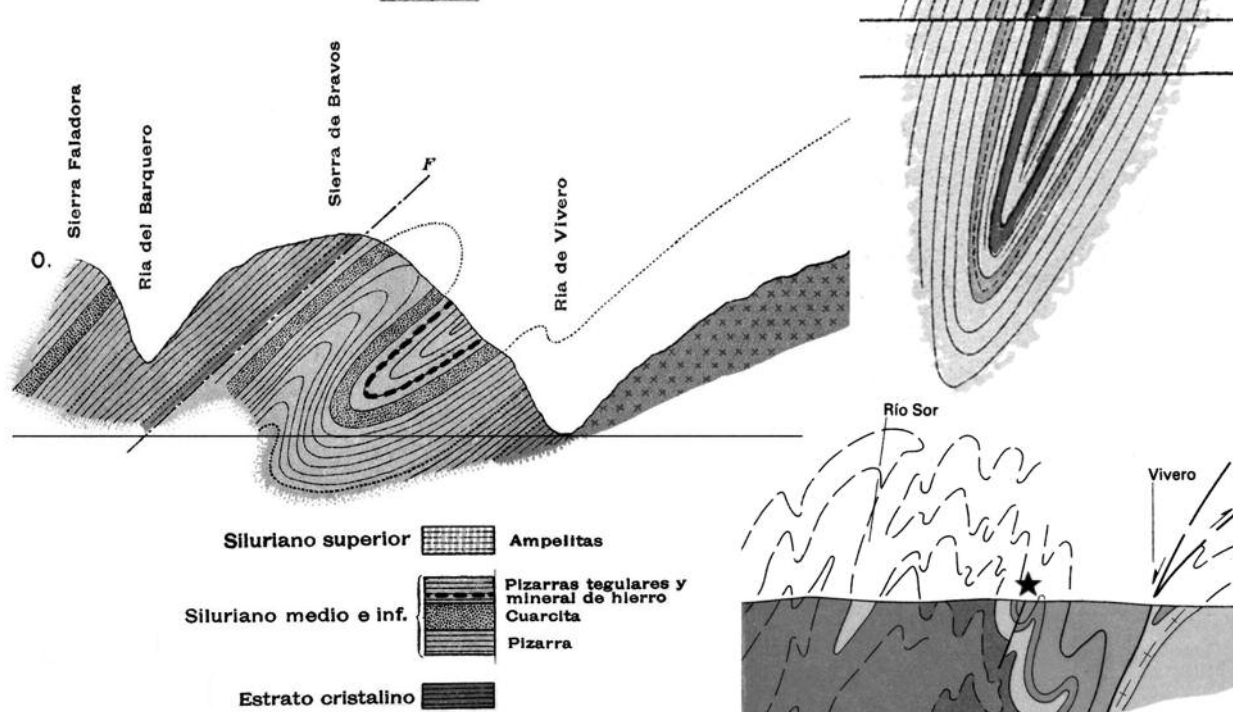


Figura 2. Cortes geológicos oeste-este de la mina de A Silvarosa, mostrando el pliegue sinclinal que enmarca la mineralización (izquierda, adaptado de Hernández Sampelayo, 1922), con un detalle del mismo (arriba a la derecha, modificado de Hernández Sampelayo, 1935). En la esquina inferior derecha se reproduce un sector del corte geológico aportado por Bastida *et al.* (1984), donde el mismo sinclinal (asterisco) queda delimitado al este por el estrecho anticlinal de la Cuarzita Armoricana que se menciona en el texto.

lucense de A Mariña. En total, la capa o capas mineralizadas discurren con una dirección aproximada norte-sur (NNE-SSO), a lo largo de 15 km desde el margen cantábrico (Fig. 1), viniendo a prolongarse hacia el centro de la provincia de Lugo en otros cotos mineros antiguos como los de Santar, Vilalba, Baamonde, Guimarei y Portomarín (Hernández Sampelayo, 1922, 1935, 1951; IGME, 1970b, 1972, 1974b; Armengot *et al.*, 1975; Lunar Hernández, 1977). La gran continuidad geológica de la mineralización, que traza un arco muy amplio en paralelo con las estructuras variscas, hasta terminar en la sierra del Courel, se corresponde con el “tercer pliegue” ferrífero de Hernández Sampelayo (1922), o con el “Arco Occidental” (o interno) de yacimientos, al que se adscribe la subzona “Vivero-Villalba-Puertomarín” (IGME, 1970b, 1972) o la “zona Vivero-Guntín-Gestoso” (Lunar Hernández, 1975, 1977, 1979).

Desde el punto de vista geológico, las explotaciones mineras de Viveiro se ubican en la sucesión ordovícica del flanco oriental del Antiforme del Ollo de Sapo. El sector se localiza inmediatamente al oeste de la “Falla de Viveiro” (Parga Pondal *et al.*, 1967; Matte, 1968); un elemento que, desde el decenio de 1980, sirve de límite convencional entre las zonas Centroibérica y Asturoccidental-leonesa del Macizo Ibérico (González Lodeiro *et al.*, 1983; Martínez Catalán, 1985; Fernández García, 1996; Martínez Catalán *et al.*, 2004, con referencias).

La estructura que contiene a la mineralización prin-

cipal fue interpretada inicialmente como un sinclinal con vergencia al este (Hernández Sampelayo, 1922, 1935; Nissen, 1960) (Fig. 2) y más adelante como una sucesión monoclinial, intersectada por la Falla de Viveiro (Parga Pondal *et al.*, 1964; Matte, 1968).

La cartografía minera del IGME (1974b) propugna un sinclinal tumbado, vergente hacia el este y de dirección N 20° E, cuyo flanco inverso buza unos 75° O y el normal entra en contacto, mediante la falla antedicha, con el granito de dos micas de Viveiro.

La cartografía MAGNA, por el contrario, dibuja un triple pliegue tumbado sinclinal-anticlinal-sinclinal, con las minas de hierro localizadas en ambos flancos (normal e inverso) del anticlinal intermedio (Arce Duarte y Fernández Tomás, 1976; Arce Duarte *et al.*, 1977; Bastida *et al.*, 1984; Martínez Catalán *et al.*, 2003): Fig. 2.

Finalmente, el citado anticlinal intermedio (definido por un estrecho asomo atribuido a la cuarzita del Ordovícico Inferior, de 4,8 km de longitud) es obviado en la cartografía más reciente de la zona (Marcos, 2013). Su autor considera a todo el conjunto oriental al Ollo de Sapo, en este sector, como el flanco inverso del sinclinal vergente al este, e introduce una unidad arenosa suplementaria entre los materiales ordovícicos y silúricos descritos en los trabajos previos.

La zona minera de Viveiro comprende cerca de una veintena de indicios de variado desarrollo, producción y relevancia histórica, que esencialmente y de norte a sur

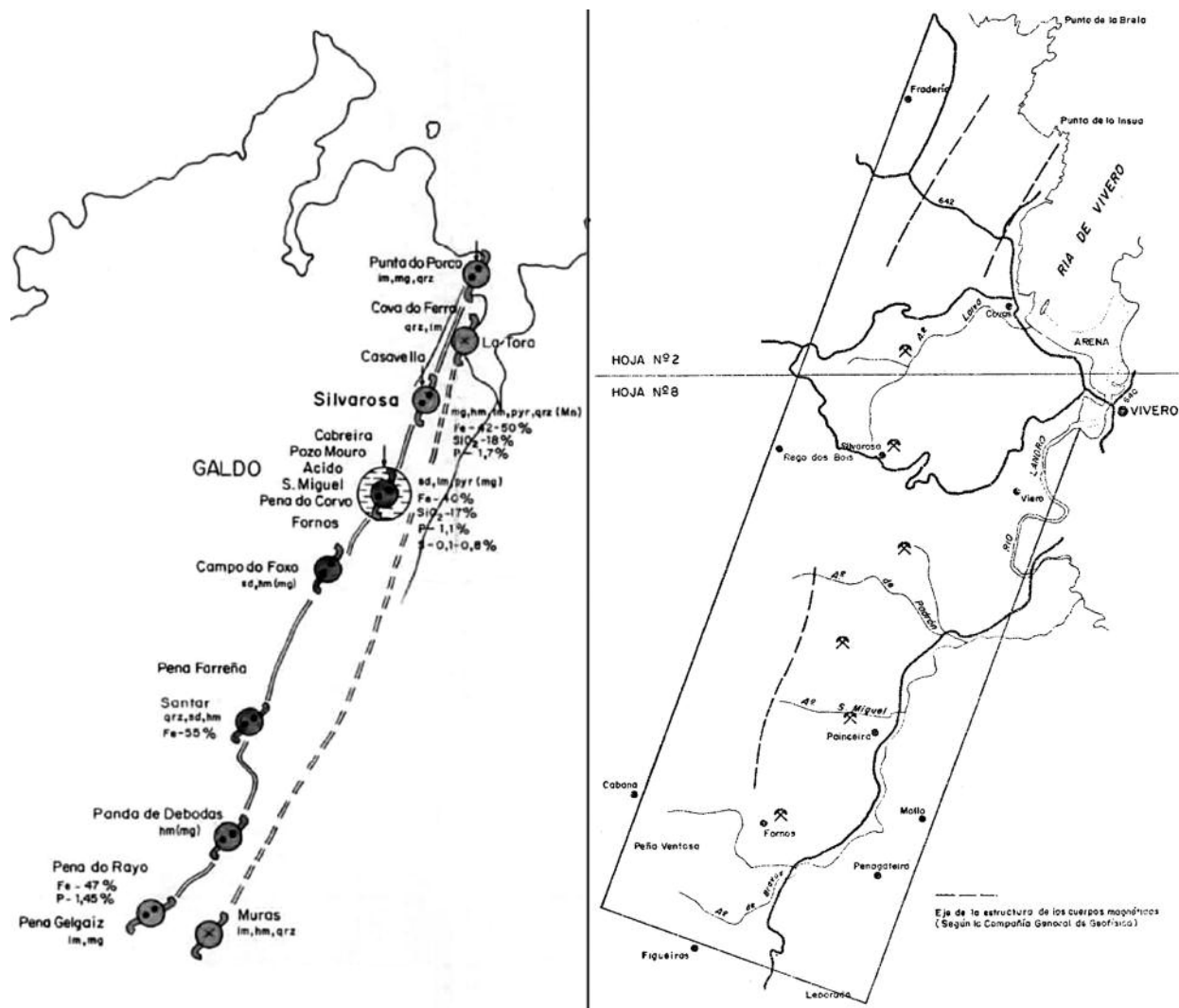


Figura 3. Distribución de los yacimientos de mineral de hierro inventariados entre Viveiro y Muras (izquierda, reproducido de IGME, 1972b). A la derecha, esquema del área ocupada por los yacimientos de Viveiro, Galdo y Bravos (IGME, 1974b). Las líneas discontinuas revelan el eje de de los cuerpos detectados en la prospección aeromagnética (IGME, 1973).

(Fig. 3), son los siguientes: Testa de Ferro en Río Barba (O Vicedo); Cova de Ferro, Fraga de Carballino-A Casavella, A Silvarosa y Choupín entre Covas y Viveiro; Pozo Mouro, Ácido, Aveleda-Copetiña, Xanín-San Miguel de Souto, Costa da Armada-A Veiga y Chao de Vilariño en Galdo (Viveiro); y Fornos y Domecelle en Bravos (Ouro).

MARCO ESTRATIGRÁFICO DE LA MINERALIZACIÓN

Los niveles de hierro sedimentario explotados en la zona de Viveiro se consideran interestratificados en la unidad conocida como “Pizarras de Luarca” (Ordovícico Medio), definida originalmente en el Dominio del Navia de la Zona Asturoccidental-leonesa (Marcos, 1973, con referencias previas). Sin embargo, este término litoestratigráfico en realidad tan sólo es aplicable, con reservas y en un sentido muy amplio, dentro del Dominio del Olla de Sapo que nos ocupa, donde sus características son peor conocidas pero difieren del desarrollo estratigráfico que presenta la Formación Luarca (en sentido estricto), en sus áreas tipo del Dominio del Navia y Alto Sil (Gutiérrez-Marco *et al.*, 1999).

Los primeros estudios estratigráficos de las “Pizarras de Luarca” (*sensu lato*), desarrollados en el área de Viveiro, se deben a Hernández Sampelayo (1922, 1935) y a Parga Pondal *et al.* (1964). El primer autor recopila las escasas observaciones realizadas por autores precedentes (Eleicegui, 1909b, 1910; Cueto e Irmo, 1910), y las combina con un gran número de datos propios, completándolos con esquemas, planos y fotografías de época, de gran valor científico e histórico. De acuerdo con Hernández Sampelayo (1922, 1935), las capas de mineral de hierro se intercalan en una unidad de pizarras con cuarcitas y areniscas subordinadas. Distingue tres niveles mineralizados, de los que dos se explotan en la mina de A Silvarosa-Choupín (Fig. 4), con espesores de 2-6 m (la capa más occidental) y 10-20 m (la oriental), así como una tercera, emplazada unos 70 m más al este de la última mencionada, que es la que parece seguirse desde el afloramiento ubicado en la costa cantábrica. El autor interpretó que las dos primeras capas forman un sinclinal muy agudo (Fig. 2) y son en realidad la misma, tal y como parece constatar en las galerías inferiores de la mina de A Silvarosa y en el barranco de Pozo Mouro (= rego de Meixofrío). En estos lugares la separación de pizarra se aminora en profundidad, lle-

gando a unirse para formar una sola capa mineralizada, que alcanza hasta 40 m de espesor en A Silvarosa y 8-14 m en Pozo Mouro. Además, el predominio de niveles arenosos por debajo de la capa de hierro se repite simétricamente en ambos flancos del pliegue. Y la existencia del mismo explica la desaparición de la capa ferrífera en las galerías excavadas por debajo de la charnela mineral, un hecho observado en la más septentrional de Fraga do Carballino-A Casavella, ya en la rega de Loiba. Según Hernández Sampelayo, el perfil estratigráfico general del yacimiento implicaría un primer tramo masivo de filitas o pizarras arcillosas, azuladas y piritosas, sobre el que se sitúan alternancias de pizarras, areniscas y cuarcitas en bancos delgados; luego la capa de hierro sedimentario y, finalmente, una nueva masa de pizarras, esta vez cloríticas y con frecuentes granates metamórficos en las proximidades del mineral (el nivel oxidado y granatífero, denominado “pizarrón” en la terminología minera local). La distancia transversal de la capa mineralizada, con respecto a la Cuarcita Armoricana, se situaría en torno a los 300 m a lo largo de todo el desarrollo longitudinal del yacimiento. No obstante, la pretendida constancia de esta separación horizontal, fue lo que indujo al error de suponer la existencia de una tercera capa de hierro, en posición estratigráfica más elevada y oriental. Pero por entonces se desconocía el trazado de ciertas fallas tardías, de orientación ONO-ESE, que son las que cortan y distorsionan la prolongación norte-sur de la capa ferrífera, establecida de una manera excesivamente simplista en los estudios pioneros acerca del yacimiento.

Por su parte y casi treinta años después de los trabajos precedentes, Parga Pondal *et al.* (1964, fig. 12) ilustran una columna estratigráfica donde describen que la “serie pizarrosa” o “pizarras superiores (d)”, alcanza un espesor próximo a los 1.500 m y presenta “delgadas intercalaciones de cuarcita, arenisca y mineral de hierro, explotadas especialmente en las minas de Viveiro”. En la columna (fig. 12 de su trabajo) representan dos capas ferríferas con carácter lenticular, separadas en la vertical por unos 200 m de sucesión, localizándose ambas en la mitad superior de la formación pizarrosa “del Llandeilo”, que correlacionan a su vez con las Pizarras de Luarca de Asturias. Sin embargo, en el corte geológico acompañante (nº 2 de Parga Pondal *et al.*, 1964), el primero de los dos niveles lenticulares de hierro lo sitúan hacia la parte inferior de la sucesión pizarrosa, separado del superior por más de 1.000 m de pizarras, cuyo buzamiento varía entre la vertical y el flanco normal, si bien con una foliación penetrativa que buza hacia el oeste.

En la fase previa del Programa Sectorial de Exploración de Hierro, del Plan Nacional de la Minería, se abordan nuevos estudios estratigráficos (IGME, 1974b; Armengot *et al.*, 1975), esta vez a cargo de geólogos de la Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras S.A. (ENADIMSA), en régimen de contratación para el Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Los trabajos contemplaron la revisión estratigráfica de las labores mineras antiguas, el levantamiento de varias columnas

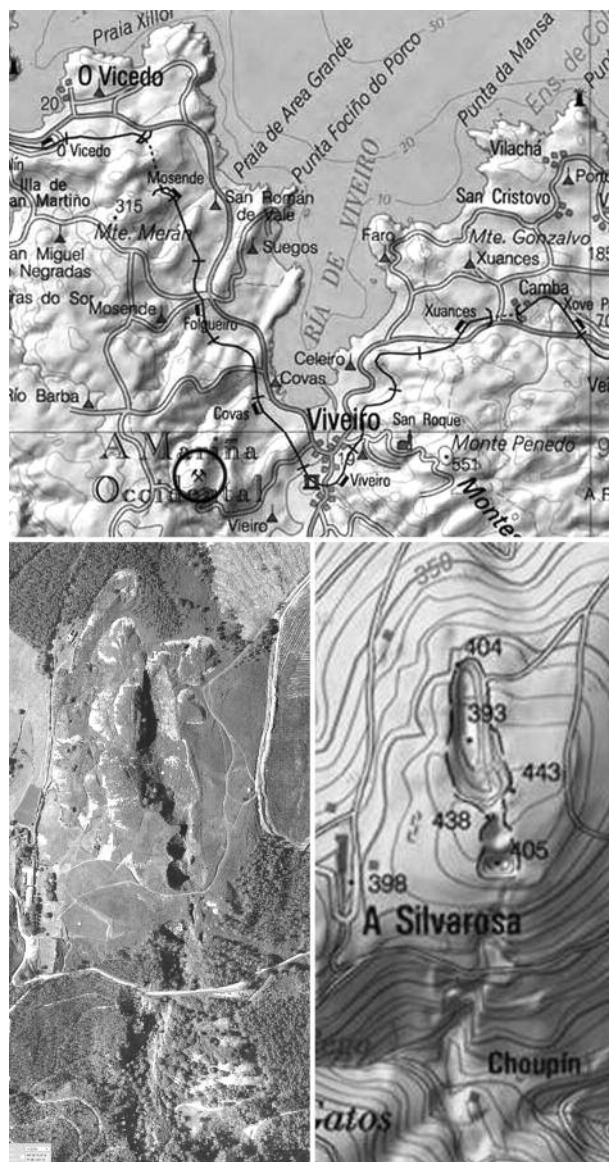


Figura 4. Situación general de la mina de A Silvarosa-Choupín (arriba), con detalle de sus vestigios actuales en una imagen aérea (abajo izquierda) y su correspondencia en el mapa topográfico (abajo derecha), adaptado de una escala original 1:25.000. Puede apreciarse la extensión de la corta a cielo abierto, correspondiente a la mina más antigua de finales del siglo XIX y principios del XX, y los vestigios del barrio minero de 1906 (agrupación lineal de edificios, cerca del margen izquierdo en las viñetas inferiores). Las dimensiones de la corta principal de A Silvarosa son 250 m de longitud, 75 m de ancho y unos 70 m de profundidad máxima.

parciales y el análisis de siete sondeos estratigráficos de escasa profundidad, realizados para corroborar e interpretar ciertas anomalías magnéticas residuales, vinculadas con la presencia de cuerpos mineralizados o bien con zonas de fractura. La cartografía detallada (5.800 ha a escala 1:10.000), de un sector emplazado en el Dominio del Ollo de Sapo al que se adscriben las minas de Viveiro-Bravos (ver perímetro en la Fig. 3), permitió diferenciar la sucesión paleozoica situada por encima de la ubicua Cuarcita Armoricana (= O^{2a}, 120-180 m). Las unidades litoestratigráficas reconocidas y cartografiadas vinieron a confirmar parcialmente las observaciones de Hernández Sampelayo (1922, 1935) y, de más antigua a más moderna, son las siguientes: “Tramo de filitas y pizarras (O^{2b}, 150 m); “Tramo detrítico con capa de mineral de hierro a techo” (O^{2c}: hasta 180 m); “Tramo esquisto-

MINA SILVAROSA

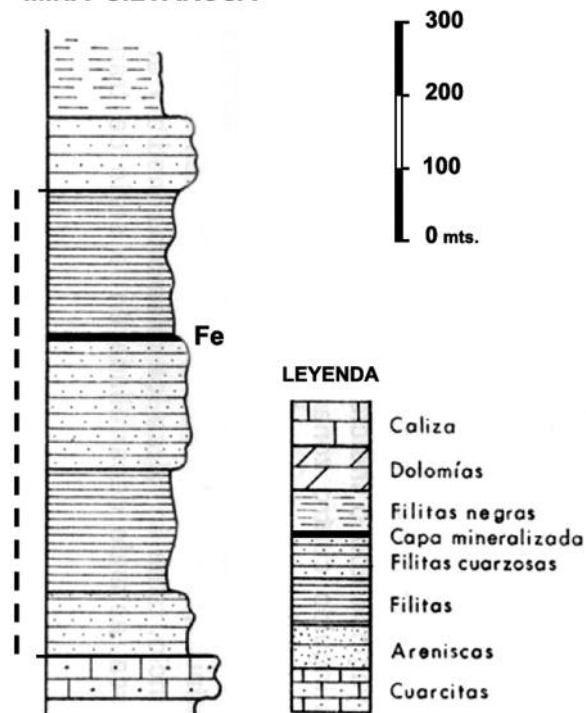


Figura 5. Columna estratigráfica de Armengot et al. (1975), modificada de Lunar Hernández (1977, fig. 2.3). La barra discontinua de la izquierda indica la extensión vertical asignada a las "Pizarras de Luarca" (*sensu lato*). El cuerpo arenoso inferior corresponde a la "serie de transición" con la Cuarcita Armoricana; el intermedio al "miembro medio" de cuarzofilas con algunos niveles intercalados de cuarcitas de grano fino, cuyo techo se sitúa la capa ferrífera; y el superior a la unidad del Hirnantense-Llandovery (?), atribuida erróneamente a la "formación Agüeira" por autores posteriores.

superior" (O^2d : 200 m); "Tramo detrítico superior (O^{2e} : aprox. 100 m); "Tramo limoso-arenoso con intercalaciones de filitas y pelitas de tonos grises amarillentos" (Ordovícico-Silúrico, muy replegado) y "Tramo basal del Silúrico" (> 120/300 m). La misma sucesión estratigráfica fue mantenida por Armengot et al. (1975), cuya columna general fue reproducida por Lunar Hernández (1977, fig. 2.3 izquierda) -ver Fig. 5-. De este modo, en todos los trabajos posteriores se acepta que los niveles ferríferos, explotados en las minas de Viveiro, se sitúan a techo del miembro medio local de las "Pizarras de Luarca". Éste se corresponde con el tramo O^{2c} (IGME, 1974b) y consiste esencialmente en cuarzofilas con algunos niveles intercalados de cuarcitas de grano fino, que fueron consideradas como de edad "Llandeilo" por Armengot et al. (1975) y el Inventario Nacional de recursos de hierro (nº 19 -Vivero-: IGME, 1980, p. 88-89).

Los trabajos cartográficos del IGME para la segunda serie MAGNA (Arce Duarte y Fernández Tomás, 1976; Arce Duarte et al., 1977), fructificaron en el mapa de Bastida et al. (1984), donde se presenta un corte detallado del Ordovícico para el flanco oriental del antifor-me del Ollo de Sapo entre Area Longa (O Vicedo) y la ría de Viveiro. Las "Pizarras de Luarca" (Ordovícico Medio) debutan allí con una "serie de transición" sobre la Cuarcita Armoricana, formada por una sucesión de areniscas y pizarras de unos 80 m de potencia, seguidas de unos 700-800 m de pizarras negras, con frecuentes sulfuros de hierro, en las que aprecian algunas intercalaciones arenosas y varios niveles de hierro oolítico. Hacia el

techo de la unidad, vuelven a existir niveles arenosos y cuarcíticos. El paso a los materiales silúricos se verifica por la aparición de pizarras ampelíticas, con ocasionales niveles de cuarcitas hacia la base, cuyos términos más altos son pizarras negras con cloritoide y pizarras con delgadas intercalaciones cuarcíticas. Previamente a la revisión cartográfica de Bastida et al. (1984), Arce Duarte y Fernández Tomás (1976) y Arce Duarte et al. (1977) habían atribuido las "Pizarras de Luarca" al Ordovícico Medio y Superior, fijando su límite con el Silúrico en un horizonte basal de cuarcita, especialmente continuo entre Viveiro y Suaschousas (As Pontes), en el flanco oriental del Antiforme del Ollo de Sapo.

Gutiérrez-Marco et al. (1999, p. 14 y figs. 2 y 11) subrayan la ausencia de datos estratigráficos modernos para fijar la posición de la mineralización en el flanco oriental del antifor-me del Ollo de Sapo, que por datos bibliográficos se situaría tentativamente hacia la mitad inferior de la "Formación Luarca (s. l.)", siendo de probable edad Oretaniense inferior, y por lo tanto algo más antigua que la mineralización oolítica explotada en los sinclinales de Vilaoudriz y Rececende, donde alcanzaría el Dobrotiviense o Berouniense (Gutiérrez-Marco et al., 1999, p. 27 y fig. 11).

El trabajo de Marcos (2013) propone una revisión radical de la cartografía geológica y de la estratigrafía del Paleozoico en el área de Viveiro, con el fin de "activar el debate entre los muchos colegas que consideran ya agotada en nuestro país la investigación en geología regional". En primer lugar, aporta una columna sintética para el Dominio del Ollo de Sapo donde identifica, por encima de las clásicas "Pizarras de Luarca", una unidad formada por limolitas, areniscas de grano fino y pizarras, que en su opinión resulta equiparable a la "Formación Agüeira" del Ordovícico Superior. La cartografía acompañante distribuye, extrañamente, los afloramientos de la misma en torno a una Falla de Viveiro mal definida en su extremo septentrional, que respeta una supuesta sucesión oriental del Ordovícico Medio y Superior al otro lado del pliegue con núcleo silúrico ("Pizarras de La Garganta"). En el flanco oriental del antifor-me del Ollo de Sapo, estas "Areniscas y Pizarras de Agüeira" vendrían a reemplazar, entre otros, a los afloramientos del área de A Ínsua donde se ubica el cargadero de la mina, asignados localmente al Silúrico (IGME, 1974b) y reinterpretados como la parte alta de la "Formación Luarca" por Arce Duarte et al. (1977), Bastida et al. (1984, 1993) y otros estudios previos o posteriores. Siguiendo la cartografía de Marcos (2013), la pretendida "Formación Agüeira" reemplaza, igualmente, al tramo de cuarcitas y areniscas feldespáticas ("T") asignado al Silúrico por Arce Duarte y Fernández Tomás (1976) y Arce Duarte et al. (1977), así como a parte de la sucesión silúrica suprayacente al mismo. El mapa omite también la existencia de un sinclinal en las "Pizarras de Luarca" del área de A Silvarosa, así como el anticlinal oriental de Cuarcita Armoricana, determinado entre A Silvarosa y Bravos (Arce Duarte y Fernández Tomás, 1976; Arce Duarte et al., 1977; Bastida et al., 1984; Fernández García, 1996; Martínez Catalán et al.,

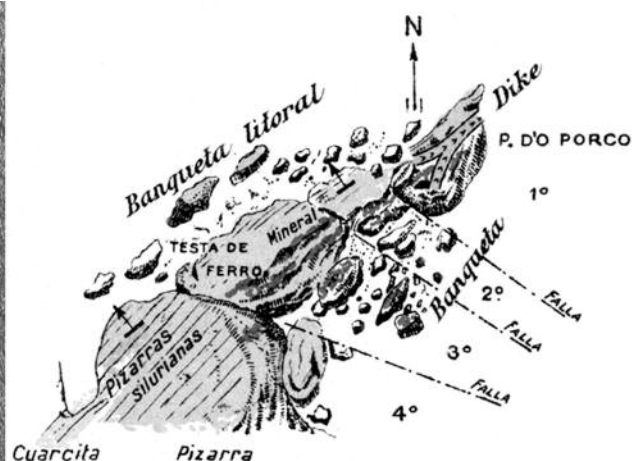


Figura 6. Yacimiento de Testa de Ferro en la costa cantábrica, considerado como la prolongación septentrional de las minas de Viveiro. Vista aérea de la punta Sucastro (izquierda), esquema geológico orientado al norte magnético (arriba derecha), y vista general (debajo) del conjunto oriental: la punta del Fuciño do Porco es el relieve de la derecha. Las dos últimas ilustraciones proceden de Hernández Sampelayo (1935). Este yacimiento fue el más antiguo explotado en la zona (siglo XVIII), y en él se recogía directamente el mineral de hierro acumulado al pie del acantilado, para abastecer el primer horno alto de Sargadelos. No fue inscrito oficialmente hasta 1873.

2003), que simplemente se refunde en una sucesión pretendidamente monoclin.

Al este del sinclinal silúrico, en los afloramientos que los restantes autores coinciden en asignar al bloque levantado de la Falla de Viveiro, Marcos (2013) atribuye a la "Formación Agüeira" diversos afloramientos interpretados hasta entonces como del Neoproterozoico (Arce Duarte y Fernández Tomás, 1976; Arce Duarte *et al.*, 1977), Silúrico (este de Covas) o al Cámbrico inferior (Ourol: Bastida *et al.*, 1984), pertenecientes en todo caso al domo de Lugo.

Sarmiento *et al.* (1999) justificaron la escasa pertinencia de las identificaciones de la Formación Agüeira fuera de su litosoma original turbidítico, que se halla restringido al Dominio del Navia-Alto Sil de la Zona Asturoccidental-leonesa (Marcos, 1970, 1973; Crimes *et al.*, 1974; Pérez-Estaún y Marcos, 1981). Sus afloramientos del sinclinorio de Truchas fueron revisados por Barros Lorenzo (1989), dando lugar a la definición de tres unidades distintas (desde los puntos de vista sedimentológico, lito- y cronoestratigráfico), si bien algunos autores persisten en la extensión del nombre "Formación Agüeira" a cualquier unidad arenosa que suceda a las pizarras masivas del Ordovícico Medio en el Dominio del Olla de Sapo. Esta práctica errónea de "transponer" la Formación Agüeira a la Zona Centroibérica fue criticada también por Hacar Rodríguez y Gutiérrez-Marco (2003), y sus menciones recientes en el flanco oriental del antiforme del Olla de Sapo son igualmente cuestionables, pretendidamente en las regiones de Guntín (López Sánchez, 2007) y Viveiro (Marcos, 2013), donde ello no se

justifica ni en términos sedimentológicos ni cronológicos. El último trabajo extiende la unidad al sector más occidental del domo de Lugo (Zona Asturoccidental-leonesa), confundiendo sus afloramientos con los de rocas no ordovícicas.

La sucesión del Ordovícico Superior en el domo de Lugo fue revisada para los sinclinales de Villadrid y

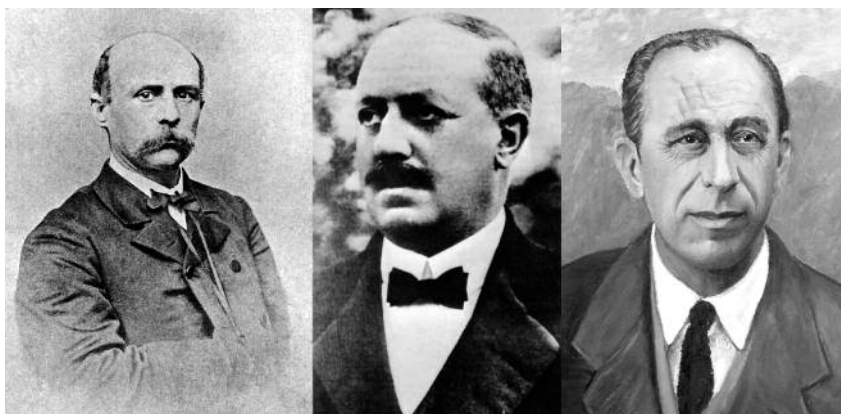


Figura 7. Retratos de algunos personajes significados de las minas de Viveiro. A la izquierda, D. Ricardo de Llano y Oleaga (1821-1900), considerado como el descubridor y primero en registrar minas de hierro en la zona (fotografía reproducida de Cueto e Irmo, 1910). En el centro, D. Horacio Echevarrieta Maruri (1870-1963), empresario polifacético y segundo propietario de las minas en el siglo XX (fotografía tomada de Wikipedia®). A la derecha, D. Primitivo Hernández Sampelayo (1880-1959), ingeniero de minas y autor de un gran volumen de información sobre la geología y la explotación minera, correspondiente al periodo 1914-1927 (retrato al óleo del IGME).

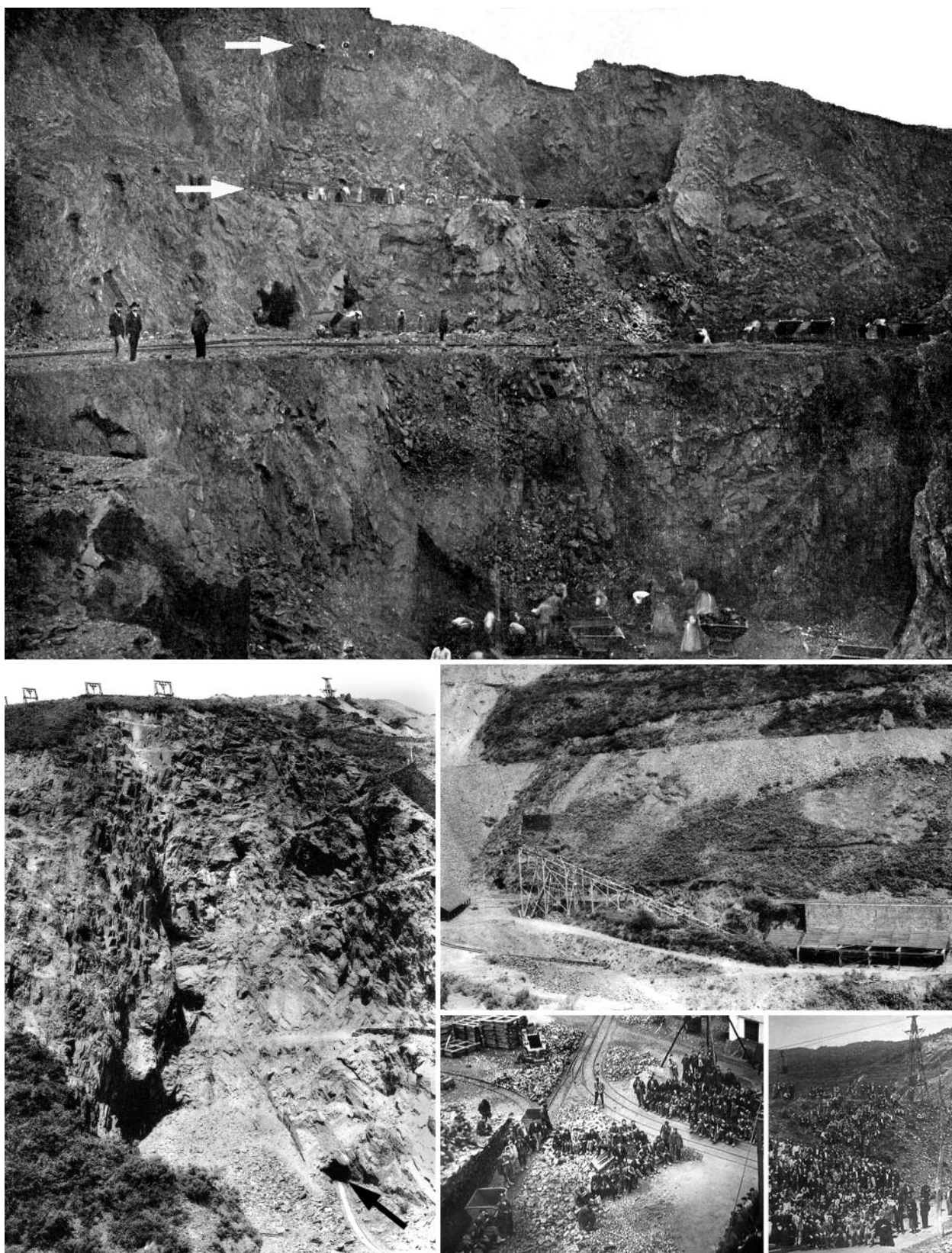


Figura 8. Aspecto de la explotación a cielo abierto (arriba) en el sector meridional de A Silvarosa, operando simultáneamente en cuatro gradas o bermas, las dos superiores indicadas por flechas. Fotografía reproducida de Cueto e Irmo (1910). Abajo a la izquierda, antigua grada 3 de Choupín y entrada a la galería del mismo número (flecha). Fotografía de Hernández Sampelayo (1922). Imagen grande a la derecha, depósito y estación de carga del cable aéreo en la galería Federico, barranco de Choupín (Hernández Sampelayo, 1922). Debajo a la derecha, trabajadores de las minas en fecha indeterminada (imágenes tomadas de internet, la de la izquierda según Nuevo, 2014a). La galería Federico debe su nombre al primer director alemán de las minas, Frederic ("Federico") Staaden, autor del reconocimiento y planificación inicial (1893-1894) de la mina de A Silvarosa-Choupín.

Rececende, donde se halla integrada en la mitad superior de las "Pizarras de Luarca" *sensu lato*. En ella se han identificado niveles fosilíferos del Berouniense

medio, Kralodvoriense, así como materiales glaciomarinós y areniscas del Hirnantense (Gutiérrez-Marco *et al.*, 1997, 1999). Este ejemplo de que las "Pizarras de Luar-

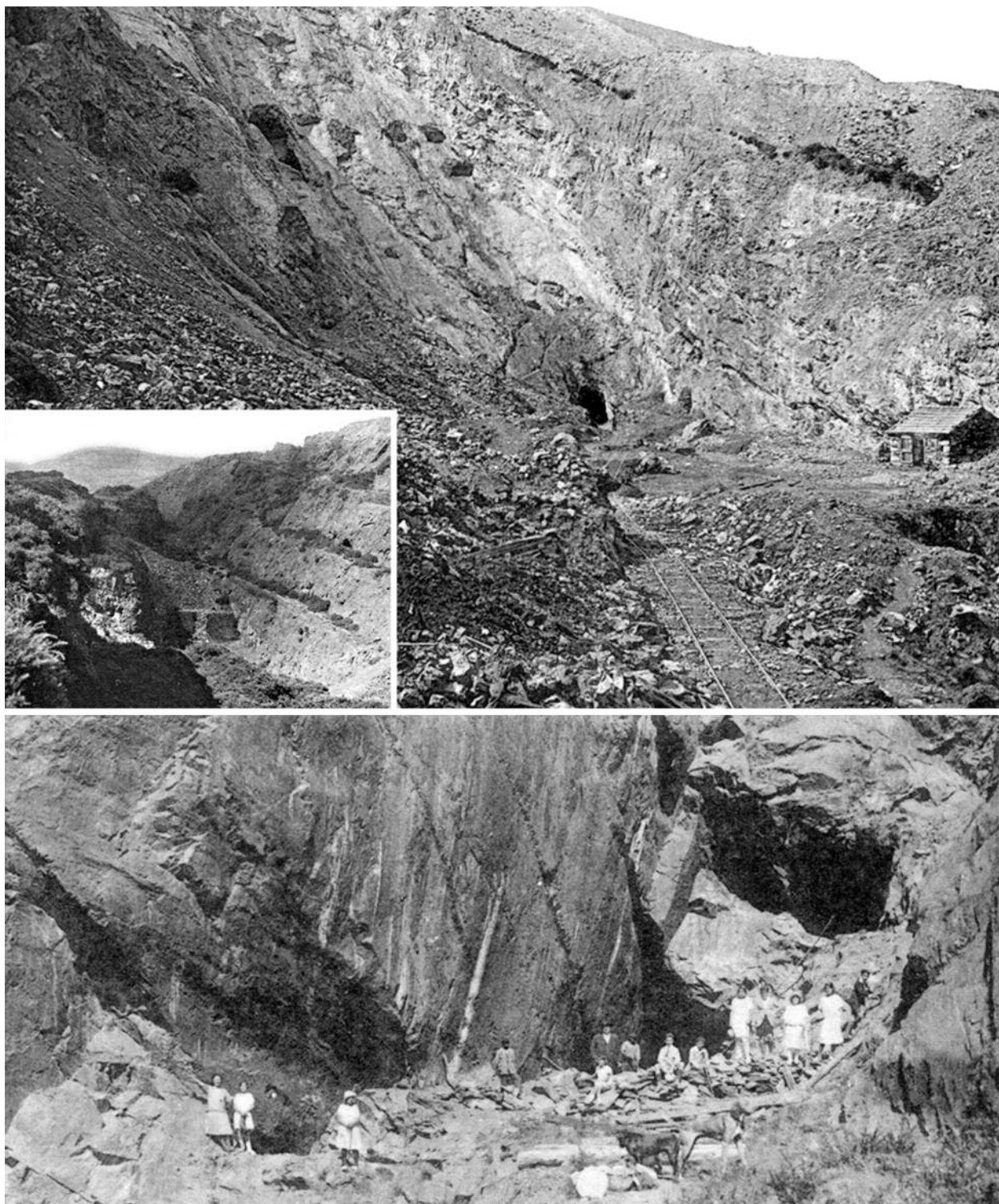


Figura 9. Otras vistas de la antigua mina de A Silvarosa-Choupín (fotografías de Hernández Sampelayo, 1935). Arriba, bocamina y cantera de escombros en la Grada 4, para surtir de relleno a las galerías inferiores. Izquierda, la gran explotación a cielo abierto. Debajo, detalle de la capa mineral en una de las gradas (probablemente la 3).

ca” fuera del Dominio del Navia, enmascaran potencialmente unidades heterogéneas, a su vez delimitadas por discontinuidades internas, podría repetirse en el caso de los afloramientos asignados a las “Pizarras de Luarca” o a las “Pizarras de Luarca” + “Formación Agüeira” al oeste de la Falla de Viveiro. En este sentido, Bastida *et al.* (1982, p. 33) describen cómo el tramo terminal de “pizarras negras con cantos dispersos, areniscas y laminaciones arenosas” (100-125 m), descrito bajo el Silúrico en el corte de la playa de Picón (flanco occidental del

Ollo de Sapo), puede pasar lateralmente, hacia el sur, a pizarras con laminaciones arenosas o incluso a pizarras negras, indistinguibles de la facies típica de las “Pizarras de Luarca”. Este dato tan importante, unido a la presencia de facies glaciomarinas del Ordovícico terminal, tanto en el flanco oeste del antiformal del Ollo de Sapo, como en el domo de Lugo, nos induce a correlacionar tentativamente los niveles asignados a la “Formación Agüeira” en el área de Viveiro, con las formaciones arenosas del Ordovícico terminal de ambas regiones,

diferenciándolas por tanto de un desarrollo típico (v.g., astur-leonés) de la Formación Luarca *sensu stricto*. Esta hipótesis de trabajo requiere de futuros estudios estratigráficos de detalle para poder ser contrastada, con mejores posibilidades de realización en las zonas menos afectadas por metamorfismo térmico, localizadas al oeste de Galdo y Bravos. No obstante, resulta interesante que en la primera fase de las investigaciones modernas sobre la mineralización ferrífera (IGME, 1974b), los autores del informe asignaran al Silúrico los afloramientos de pizarras con intercalaciones arenosas que cubren la totalidad del área de A Ínsua y del oeste de Covas, hacia cuya base se registran tramos de pizarras grafitosas. En el contacto de las “Pizarras de Luarca” (*sensu lato*) con la unidad de probable edad Ordovícico terminal (“Agüeira” o “Silúrico”) afloran, al este de la playa de Abrela (= da Ínsua), delgadas capas de siderita y magnetita que no sobrepasan los 60 cm (IGME, 1974b, p. 79) y que constituyen horizontes ferríferos mucho más tardíos que los explotados en el grupo minero de Viveiro.

Pese al reducido espesor aflorante, la prospección aeromagnética (IGME, 1973) reveló una anomalía importante en la zona de A Ínsua, en apariencia estratiforme y de cierto potencial minero, que nunca ha sido explorada (Fig. 3). Dicha anomalía se situaría al este de la falla inversa que se prolonga hacia el sur desde la playa de Abrela (Bastida *et al.*, 1993).

Otro aspecto polémico de la cartografía de Marcos (2013) es la identificación de una estrecha banda de calizas al oeste de Ourol, que correlaciona con la Caliza de la Aquiana del Ordovícico Superior. Aunque no indica su espesor, esta caliza se apoyaría durante unos 4 km sobre una supuesta “Formación Agüeira”, que en realidad se corresponde con la Formación Cándana inferior del Manto de Mondoñedo (Bastida *et al.*, 1984; Martínez Catalán, 1985). A partir de los datos de campo, está claro que la unidad calcárea figura, como poco, a una escala exagerada, no teniendo tanta continuidad lateral ni siendo sus características tan pretendidamente comparables con las de la Formación Aquiana del sinclinal de Courel-Peñalba y del flanco norte del sinclinal del Sil-Truchas. Como alternativa, pensamos que se trata de niveles de caliza menores y de carácter lenticular, tableadas en bancos de espesor centimétrico, como el cartografiado por Arce Duarte y Fernández Tomás (1976) en Sabucedo (Ourol), los cuales se hallan intercalados en la sucesión local del Silúrico y no guardan relación alguna con la secuencia ordovícica. Horizontes calcáreos similares se conocen en diversos puntos del Dominio del Ollo de Sapo y en el sinclinal del Courel-Peñalba (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2001). La caliza plegada de Sabucedo ya había sido mencionada por Hernández Sampelayo (1922, foto 8; 1935, fig. pp. 326-327).

El reconocimiento postulado por Marcos (2013), de una sucesión estratigráfica del Ordovícico Superior, poco diferenciable a ambos lados de la Falla de Viveiro en relación a su misma traza cartografiada por autores precedentes, plantea dudas para la localización, precisamente en el área nominal de la estructura, del límite

convencional y paleogeográfico entre las zonas Centroeibérica y Asturoccidental-leonesa del Macizo Ibérico.

Hasta el momento existe un amplio consenso en considerar a la Falla de Viveiro como una gran falla normal con una componente subordinada de cizallamiento dextro, que alcanza al menos 140 km de longitud y separa rocas de edad ordovícica y silúrica, al oeste, de otras cámbricas y neoproterozoicas, al este (Martínez Catalán, 1985; Martínez *et al.*, 1996; Fernández García, 1996). El movimiento vertical fue estimado por lo menos en una decena de kilómetros en la zona de Viveiro (Martínez Catalán, 1985), y su vinculación con un límite paleogeográfico derivaría del hecho de que a ambos lados de la falla se reconocen sucesiones ordovícicas distintas (especialmente pre-Cuarcita Armoricana), con un salto asociado de metamorfismo y diferencias en el estilo tectónico. Estas razones llevaron a calificar tempranamente a la Falla de Viveiro como un cabalgamiento (Marcos, 1973), concretamente del antiforme del Ollo de Sapo sobre el manto de Mondoñedo, que más tarde fue desestimado o puesto en cuestión por otros autores. Si nos atenemos estrictamente a las diferencias estratigráficas que presenta la sucesión paleozoica a ambos lados de la Falla de Viveiro, la coincidencia de la falla con un cabalgamiento basal pretérito, podría explicarse perfectamente sin recurso a la tectónica varisca. En este sentido, entre los afloramientos ordovícicos del sector nororiental del dominio del Ollo de Sapo (Viveiro) y los del manto de Mondoñedo (emplazados en el flanco *inverso* del gran pliegue tumbado de Mondoñedo-Lugo-Sarria) debió mediar la suficiente distancia original como para albergar paleotopografías y cambios de facies en el Ordovícico Inferior, sin tener que recurrir a ningún cabalgamiento importante de la Zona Centroeibérica sobre la Asturoccidental-leonesa, como explicación de tales diferencias.

ASPECTOS PALEOGEOGRÁFICOS Y CORRELACIÓN

La mineralización ferrífera de Viveiro corresponde esencialmente a una capa de hierro sedimentario de naturaleza oolítica, cuya mineralogía y textura original se halla profundamente transformada por el metamorfismo del llamado Cinturón metamórfico de Viveiro (Martínez Suárez *et al.*, 2004). El yacimiento se inscribe tipológicamente en el grupo “mineta” (o *minette*: ver Lunar Hernández, 1991), que integra a la mayoría de los hierros sedimentarios del Paleozoico Inferior del suroeste de Europa, Avalonia y norte de África (Young, 1992; Petráněk y Van Houten, 1997). La distribución paleogeográfica de los hierros oolíticos ordovícicos revela que su génesis se produjo preferentemente en las plataformas de altas latitudes circundantes al paleocontinente de Gondwana en el hemisferio sur (Gutiérrez-Marco *et al.*, 1984) y, en mucha menor medida, en áreas emplazadas en paleolatitudes bajas a intermedias de Laurentia, Siberia y Baltica (Van Houten, 1985; Van Houten y Hong-Fei, 1990). Sin embargo, no existe un modelo único para la formación de hierros oolíticos y el debate

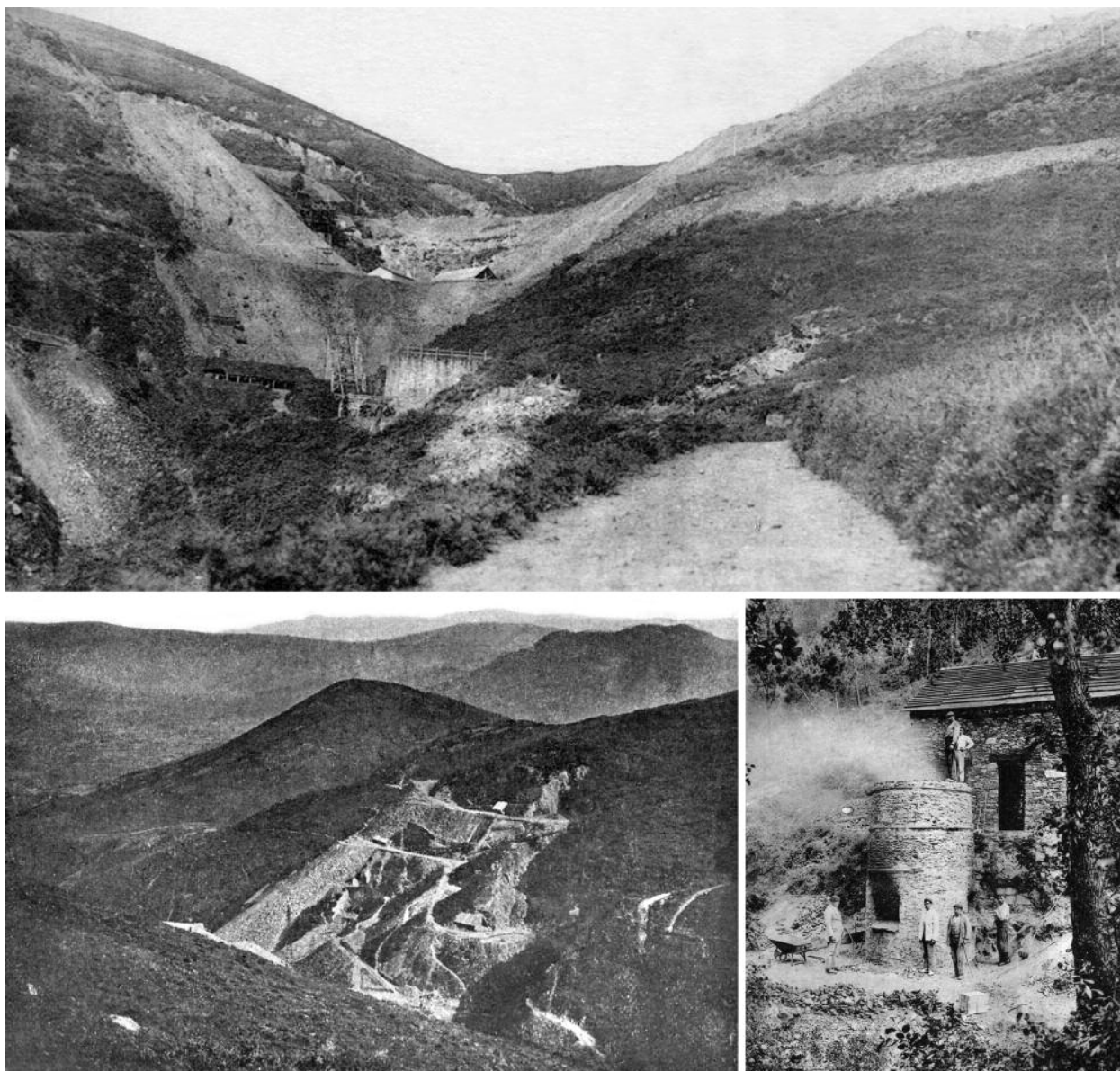


Figura 10. Arriba, vista general de la explotación en el barranco de Choupín (tomada de Hernández Sampelayo, 1935). Debajo a la izquierda, detalle de las escombreras, depósitos y vías en la margen izquierda del barranco anterior (foto Ferrer, según Cueto e Irmo, 1910). Abajo a la derecha, pruebas de calcinación en un horno de cuba, construido en las minas de Galdo (según Hernández Sampelayo, 1922).

continúa en torno a la procedencia del hierro (alteración de rocas volcánicas en ambiente continental o marino, precipitación bacteriana en ambientes anóxicos, soluciones intersticiales de sedimentos previos, exhalaciones submarinas, etc.), los modos de transporte del hierro a la cuenca (disuelto como Fe^{2+} en aguas continentales, adsorción en arcillas, suspensión coloidal, afloramiento de aguas profundas, etc.), el proceso de precipitación mineral y el ambiente de formación o depósito de los ooides, así como las profundas transformaciones diagenéticas y post-diagenéticas que afectaron habitualmente a los minerales de hierro ooidales (Lunar y Amorós, 1979; Petránek, 1991; Kimberley, 1994; Petránek y Van Houten, 1997; Fernández *et al.*, 1998; Van Houten y Arthur, 1989; Young, 1989a; Stureson *et al.*, 2000; Kim & Lee, 2000; Franceschelli *et al.*, 2000; Mücke & Farshad, 2005; Pufahl, 2010).

Las relaciones entre la formación de depósitos de hierro oolítico y los ciclos transgresivo-regresivos fueron mencionadas por diversos autores (Hallam y Bradshaw, 1979; Gutiérrez-Marco *et al.*, 1984, entre otros). El pro-

ceso sedimentario de los horizontes de hierro del Ordovícico registrados en el suroeste de Europa y el noroeste de África se halla esencialmente vinculado con factores eustáticos. Un análisis sedimentológico detallado (Young, 1989b, 1992) concluyó que en su mayoría se formaron durante episodios de interrupción de los aportes detríticos, donde las capas de hierro oolítico suelen constituir el primer depósito después del hiato o de la disconformidad consiguiente. En términos secuenciales, la mayoría de ellos se generaron durante eventos transgresivos de tercer orden, al final de las transgresiones regionales de segundo orden, resultando, por tanto, bastante isócronos dentro de una misma cuenca. Sin embargo, el ascenso eustático de segundo orden genera depósitos algo más modernos en las áreas con mayor profundidad inicial (normalmente las más subsidentes), con respecto a los de las áreas someras de la misma plataforma, donde la máxima inundación se verifica con un leve desfase.

Por su geometría y ambiente de depósito tan particular, las capas de hierro oolítico pueden utilizarse

MINAS DE VIVERO

Sección

Planta

Sección

Planta

LEYENDA

- Mineral
- Resaca
- Repleno
- Galerías
- Edificios
- Via aérea
- Chimenea
- Deposito
- Via
- Camino

Escala de 1:4000

Cota sobre el nivel del mar 440 metros

TRINIDAD

RAFAELA

JACINTA

Arroyo Choupin

Arroyo Casa Vieja

Estación de Silvarosa

Casa de Mesquitas

Capilla

Hospital

Sonda

Galería num. 1

Galería num. 2

Galería num. 3

Galería num. 4

Galería num. 5

Galería num. 6

Galería num. 7

Galería num. 8

Galería num. 9

Galería num. 10

Galería num. 11

Galería num. 12

Galería num. 13

Galería num. 14

Galería num. 15

Galería num. 16

Galería num. 17

Galería num. 18

Galería num. 19

Galería num. 20

Galería num. 21

Galería num. 22

Galería num. 23

Galería num. 24

Galería num. 25

Galería num. 26

Galería num. 27

Galería num. 28

Galería num. 29

Galería num. 30

Galería num. 31

Galería num. 32

Galería num. 33

Galería num. 34

Galería num. 35

Galería num. 36

Galería num. 37

Galería num. 38

Galería num. 39

Galería num. 40

Galería num. 41

Galería num. 42

Galería num. 43

Galería num. 44

Galería num. 45

Galería num. 46

Galería num. 47

Galería num. 48

Galería num. 49

Galería num. 50

Galería num. 51

Galería num. 52

Galería num. 53

Galería num. 54

Galería num. 55

Galería num. 56

Galería num. 57

Galería num. 58

Galería num. 59

Galería num. 60

Galería num. 61

Galería num. 62

Galería num. 63

Galería num. 64

Galería num. 65

Galería num. 66

Galería num. 67

Galería num. 68

Galería num. 69

Galería num. 70

Galería num. 71

Galería num. 72

Galería num. 73

Galería num. 74

Galería num. 75

Galería num. 76

Galería num. 77

Galería num. 78

Galería num. 79

Galería num. 80

Galería num. 81

Galería num. 82

Galería num. 83

Galería num. 84

Galería num. 85

Galería num. 86

Galería num. 87

Galería num. 88

Galería num. 89

Galería num. 90

Galería num. 91

Galería num. 92

Galería num. 93

Galería num. 94

Galería num. 95

Galería num. 96

Galería num. 97

Galería num. 98

Galería num. 99

Galería num. 100

Galería num. 101

Galería num. 102

Galería num. 103

Galería num. 104

Galería num. 105

Galería num. 106

Galería num. 107

Galería num. 108

Galería num. 109

Galería num. 110

Galería num. 111

Galería num. 112

Galería num. 113

Galería num. 114

Galería num. 115

Galería num. 116

Galería num. 117

Galería num. 118

Galería num. 119

Galería num. 120

Galería num. 121

Galería num. 122

Galería num. 123

Galería num. 124

Galería num. 125

Galería num. 126

Galería num. 127

Galería num. 128

Galería num. 129

Galería num. 130

Galería num. 131

Galería num. 132

Galería num. 133

Galería num. 134

Galería num. 135

Galería num. 136

Galería num. 137

Galería num. 138

Galería num. 139

Galería num. 140

Galería num. 141

Galería num. 142

Galería num. 143

Galería num. 144

Galería num. 145

Galería num. 146

Galería num. 147

Galería num. 148

Galería num. 149

Galería num. 150

Galería num. 151

Galería num. 152

Galería num. 153

Galería num. 154

Galería num. 155

Galería num. 156

Galería num. 157

Galería num. 158

Galería num. 159

Galería num. 160

Galería num. 161

Galería num. 162

Galería num. 163

Galería num. 164

Galería num. 165

Galería num. 166

Galería num. 167

Galería num. 168

Galería num. 169

Galería num. 170

Galería num. 171

Galería num. 172

Galería num. 173

Galería num. 174

Galería num. 175

Galería num. 176

Galería num. 177

Galería num. 178

Galería num. 179

Galería num. 180

Galería num. 181

Galería num. 182

Galería num. 183

Galería num. 184

Galería num. 185

Galería num. 186

Galería num. 187

Galería num. 188

Galería num. 189

Galería num. 190

Galería num. 191

Galería num. 192

Galería num. 193

Galería num. 194

Galería num. 195

Galería num. 196

Galería num. 197

Galería num. 198

Galería num. 199

Galería num. 200

Galería num. 201

Galería num. 202

Galería num. 203

Galería num. 204

Galería num. 205

Galería num. 206

Galería num. 207

Galería num. 208

Galería num. 209

Galería num. 210

Galería num. 211

Galería num. 212

Galería num. 213

Galería num. 214

Galería num. 215

Galería num. 216

Galería num. 217

Galería num. 218

Galería num. 219

Galería num. 220

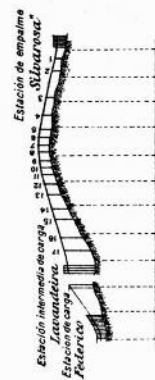
<

TIP.-LIT. COULLAUT, MADRID!

ESTACIÓN DE CARGA
"FEDERICO"
ESTACIÓN DE EMPALME
"SILVAROSA"

SECCIÓN

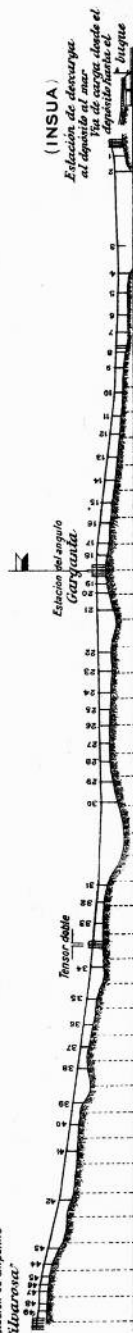
Instalación N.º 1292 / 1009



ESTACIÓN DE EMPALME "SILVAROSA" - ESTACIÓN DE DESCARGA, DEPÓSITO AL MAR
CON VIA DE CARGA - (INSUA)

SECCIÓN

Instalación N.º 815 / 816



Estación de descarga al depósito al mar

Vía de carga desde el depósito hasta el buque

PLANO DE SITUACIÓN

Escala de 1:25 000

Lavandera
Federico

Silvarosa

DEPÓSITO, TRANSPORTE AÉREO Y CARGADERO DE VIVERO

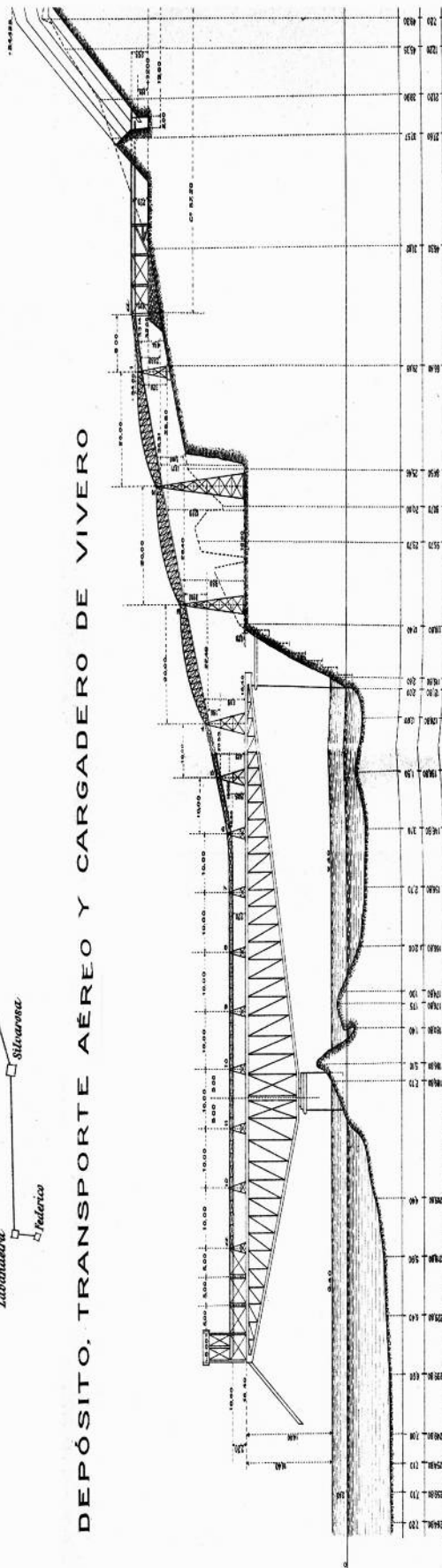


Figura 12. Planos del cable aéreo tendido entre las minas del barranco de Choupín, la estación de empalme de A Silvarosa, la de ángulo de la Garganta y el cargadero de mineral de A Insua. En la parte inferior se detalla el perfil del cargadero de A Insua. Reproducidos de Hernández Sampelayo (1935).

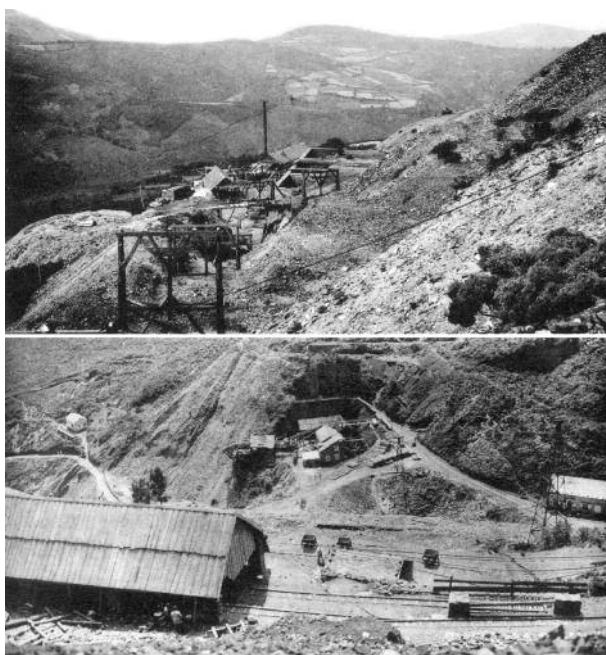


Figura 13. Arriba, llegada del cable aéreo desde el sur a la estación de empalme de A Silvarosa, con vista superior de los depósitos de mineral y al barranco de Casavella. Debajo, Estación de ángulo, cobertizo de clasificación y depósitos de la galería "Ventilación" en Choupín. Fotografías de Hernández Sampelayo (1922).

como niveles marcadores muy importantes para la correlación intrarregional de estos ciclos de segundo orden (0,2-0,5 Ma), denotando superficies que delimitan parasecuencias progradantes. Young (1989b, 1992) precisó, para el suroeste de Europa, la ubicación cronoestratigráfica de los principales ciclos asociados a depósitos sedimentarios de hierro. Éstos se habrían formado esencialmente en el "Llanvirn inferior", "Llanvirn superior", "Caradoc inferior" y "Ashgill inferior", con la salvedad que el "Llanvirn superior" se incluye actualmente en el piso Llandeiliense de la escala regional británica, en un sentido distinto al expresado por Young (1992). Si convertimos las atribuciones cronoestratigráficas de este autor a la escala regional mediterránea y a la global (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2002; Bergström *et al.*, 2009), el "Llanvirn inferior" vendría a equivaler al Oretaniense inferior o al Darriwiliense medio (Dw2) temprano, respectivamente; el "Llanvirn superior" al Oretaniense superior o al Darriwiliense medio a tardío (Dw3); el supuesto "Caradoc inferior" al Berouniense medio o al tránsito Sandbiense-Katiense (Sa1-Ka1); y el "Ashgill inferior" al Kralodvoriense inferior o al Katiense 3.

La cronología regional de la sedimentación del hierro oolítico en el suroeste de Europa, tiene gran importancia para tratar de aproximar una datación y correlación del yacimiento de Viveiro, dado que la sucesión local se desarrolla aquí en facies muy homogéneas, donde la intensa deformación y metamorfismo han hecho desaparecer los fósiles que hubieran podido aclarar la datación. Hasta ahora, el yacimiento había sido asignado por diferentes autores al "Siluriano inferior", al "Ordovícico medio", al "Ordovícico medio-superior" o al "Llandeilo" (ver reseña histórica más adelante), sin que en ningún caso se aportase una justificación específica, más allá de los grandes rasgos de correlación regional propuestos para las "Pizarras de Luarca" en diferentes épocas.

Si restringimos el análisis a la escala del noroeste ibérico, se descarta en principio una edad Kralodvoriense (Ordovícico tardío) para los hierros de Viveiro, dada la falta de identidad de la sucesión local con otras de dicha edad, representadas en el ámbito centroibérico y asturoccidental-leonés/cantábrico. En todo el noroeste peninsular, el único nivel ferruginoso conocido de probable edad Kralodvoriense, es la "Capa Vilargondurfe" (Gutiérrez-Marco *et al.*, 1997), situada 10 m por debajo del techo de las "Pizarras de Luarca" en el sinclinal de Vilaoudriz, que posee un espesor reducido (0,3-0,6 m) y precede a las areniscas, grauvascas con cantos y pizarras del Hirnantense (Ordovícico terminal).

Gutiérrez-Marco *et al.* (1999, fig.11) admitieron, con reservas, una posible edad Oretaniense temprano para la capa de hierro de Viveiro, sin más criterio que su correlación tentativa con los hierros del Dominio del Navia y del sinclinal de Alcañices, que sin embargo se sitúan relativamente próximos a la Cuarcita Armoricana o a sus equivalentes litoestratigráficos locales. Dado que la capa de A Silvarosa aparece coronando un tramo arenoso localizado hacia la parte media de las "Pizarras de Luarca" *sensu lato*, la sedimentación del hierro debió postdatar una secuencia más joven, muy probablemente del Oretaniense tardío-Dobrotiviense o, como alternativa menos verosímil, tal vez del Berouniense inferior. La posibilidad de una edad Dobrotiviense para la capa de hierro se descarta porque los niveles ferruginosos conocidos en el ámbito del Macizo Ibérico tienen un carácter local y no son de naturaleza oolítica, como por ejemplo el del miembro medio de la Formación Sueve, único en todo el noroeste peninsular de la edad antedicha.

Lunar Hernández (1977) discute, acertadamente, que el miembro medio de las "Pizarras de Luarca" en Viveiro (Zona Centroibérica) no sería correlacionable con el "miembro medio" de la Formación Luarca en su corte tipo (Marcos, 1973). Este último se desarrolla regionalmente en el Dominio del Navia-Alto Sil de la Zona Asturoccidental-leonesa, y consiste en cuarcitas blancas con *Cruziana* ("Cuarcita de Sabugo"). La edad de dicho miembro, desafortunadamente adscrito a las Pizarras de Luarca por Marcos (1973), en lugar de al ciclo del Ordovícico Inferior representado por la Formación Barrios (Gutiérrez-Marco *et al.*, 1999), es ciertamente antigua (probable Arenigiense medio-superior). Aún así, su equivalente diacrónico, prolongado al borde occidental de la Zona Cantábrica, se extendería al límite Arenigiense superior-Oretaniense inferior (Bernárdez y Gutiérrez-Marco, 2009).

La asociación de la capa ferrífera de Viveiro con un tramo medio arenoso, recuerda considerablemente al carácter tripartito de las "Pizarras de Luarca" en el manto de Mondoñedo (sinclinales de Vilaoudriz y Recende) y en el sector más meridional del Dominio del Navia-Alto Sil (sinclinal de Ancares-Sotelo y su prolongación suroriental en el sinclinal del Castrillo). En todos estos casos, los fósiles del Ordovícico Medio se restringen a las pizarras inferiores al tramo medio, previo a las mineralizaciones de hierro que, no por casualidad y junto con las de Viveiro, son las más importantes del

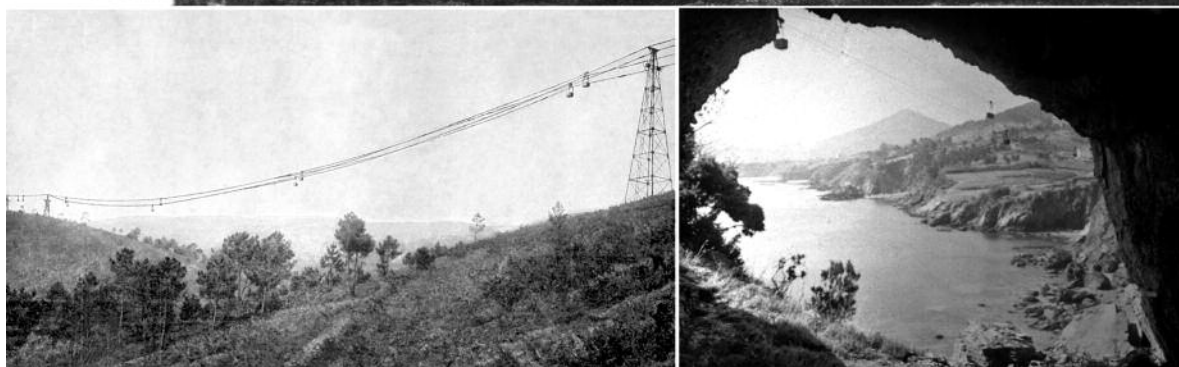
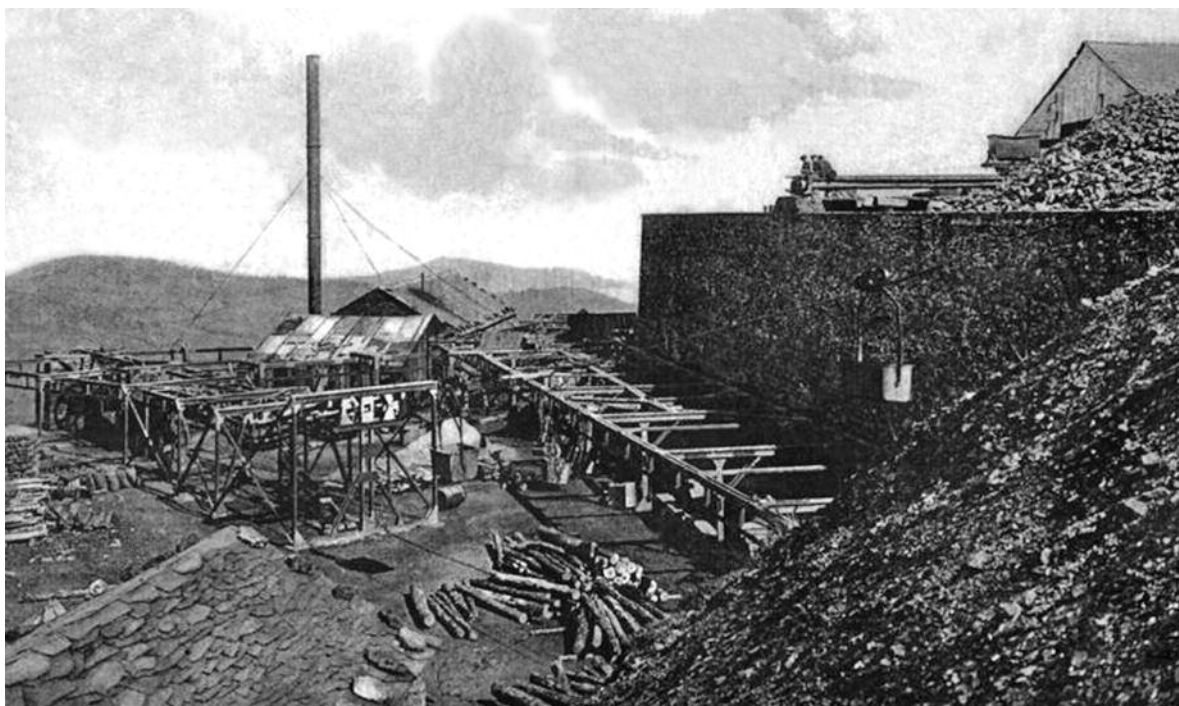


Figura 14. Aspectos del depósito de A Silvarosa y de la estación de empalme del cable aéreo, en vistas tomadas desde el suroeste (arriba) y noroeste (centro). Fotografías reproducidas de tarjetas postales de la época (foto Ferrer, A Coruña). Abajo a la izquierda, vista general del cable aéreo a medio camino entre A Silvarosa e A Insua (fotografía de Cueto e Irmo, 1910). Abajo a la derecha, baldes del cable aéreo vistos desde la cueva de la Concha (imagen tomada de internet).

noroeste de España (minas de Vilaoudriz, cotos Wagner, Vivaldi, San José y San Bernardo). Por otra parte, las pizarras superiores son más claras que las inferiores y a veces contienen capas margosas o ferruginosas con fósiles del Ordovícico Superior (Gutiérrez-Marco *et al.*, 1997), presentando grandes variaciones de potencia. Cuando faltan, como ocurre en el coto San José, la mineralización parece situarse en la base de la Formación Agüeira (Gutiérrez-Marco *et al.*, 1999). En cuanto al tramo intermedio de areniscas ferríferas, los únicos fósiles conocidos son las llamadas “capas de *strophomenas*” del sinclinal de Rececende (Hernández Sampelayo, 1915), que reemplazan lateralmente a las dos capas de hierro oolítico del sinclinal de Vilaoudriz. La asociación está integrada esencialmente por braquiópodos, cuya lista de especies (identificaciones en Hernández Sampelayo, 1915 y Armengot *et al.*, 1975) fijan la edad en un Berouniense inferior (Sandbiense), merced a la presencia de formas como *Colaptomena* (ex “*Strophomena*”) *expansa* (Sowerby) o *Heterorthis alternata* (Sowerby), de afinidades biogeográficas con la Provincia Céltica. No obstante, tal datación requiere una revisión paleontológica pormenorizada, que aún no ha podido abordarse por el mal estado de las labores mineras, dado que las “capas de *strophomenas*” infrayacen o acompañan a la capa de hierro desarrollada en el sinclinal de Rececende, pero afloran muy mal en superficie (Gutiérrez-Marco *et al.*, 1999, pp. 26-27). De todos modos, la coexistencia de una decena de especies de braquiópodos (alguna de ellas de morfología tan distintiva como las citadas) parece concordar con las identificaciones paleontológicas previas, en el sentido que tal diversidad es más propia del Ordovícico Superior que del Ordovícico Medio.

Si extrapolamos la datación anterior, a la correlación de la sucesión de Rececende con las “Pizarras de Luarca” *sensu lato* del área de Viveiro, el miembro inferior de la unidad (pizarras ricas en materia orgánica) podría considerarse esencialmente como Oretaniense, las cuarzoilitas y cuarcitas del miembro medio como Dobrotiviense *pro parte*, y la “capa Silvarosa” como el inicio de la sedimentación del Ordovícico Superior (probable Sandbiense, en términos cronoestratigráficos globales). Las variaciones de potencia observadas en la capa de hierro, y el carácter “arrosariado” de la mineralización, podría notar que su depósito sellaría una disconformidad con cierto paleorrelieve, en el inicio del ciclo sedimentario del Ordovícico Superior. La presencia de algunos cantos de areniscas y pizarra (considerados como “impurezas” a efectos mineros), dentro de la masa mineral, concordaría también con esta remoción previa que afectaría a los materiales infrayacentes.

Al igual que en Rececende, las pizarras situadas por encima del hierro sedimentario de Viveiro son menos ricas en materia orgánica que las inferiores y en ellas la proporción de sulfuros decrece ostensiblemente, dando paso a una sucesión arenosa (ex “Agüeira”) correlacionable con los materiales hirnantienses tanto del flanco occidental del antiformal del Ollo de Sapo, como de los sinclinales de Rececende y Vilaoudriz. Conviene recordar que, en el manto de Mondoñedo, las pizarras com-

prendidas entre el hierro explotable y las areniscas, pizarras y grauvacas suprayacentes incluyen niveles fosilíferos del Berouniense medio (“Capa Rececende”) y Kralodvoriense inferior (“Capa Vilargondurfe”, ferruginosa): Gutiérrez-Marco *et al.* (1997).

Por último y retomando aspectos paleogeográficos, no resulta nada extraño que los materiales del Ordovícico Medio y Superior del antiformal del Ollo de Sapo (Zona Centroibérica) mantengan grandes afinidades sedimentarias y biogeográficas con las sucesiones del manto de Mondoñedo y del sinclinal Ancares-Sotelo-Castrillo. Ni tampoco que por ello éstas resulten a su vez diferenciables de un sector típico de la Zona Asturoccidental-leonesa, como es el surco subsidente del Dominio del Navia-Alto Sil. Las afinidades biogeográficas del manto de Mondoñedo y Ancares-Castrillo con la Zona Centroibérica y con la Cordillera Ibérica debutan en el Berouniense y prosiguen incluso en el Silúrico, merced a ciertos endemismos registrados en las asociaciones de graptolitos del Llandovery (Gutiérrez-Marco y Štorch, 1997; Robardet y Gutiérrez-Marco, 2002). Esto parece revelar que los límites paleogeográficos originales resultarían algo oblicuos a ciertas estructuras tectónicas variscas y post-variscas (cabalgamientos y fallas extensionales) que sirven a la división de dominios estructurales y aún de las propias zonas del Macizo Ibérico. Y también aportan cierta congruencia paleobiogeográfica al doble arco oroclinal de Martínez Catalán (2011), si bien las faunas y las discontinuidades sedimentarias típicamente centroibéricas se continúan en la Cordillera Ibérica y parecen extrapolarse también al Dominio del Manto de Mondoñedo de la actual Zona Asturoccidental-leonesa.

RESEÑA HISTÓRICO-MINERA DE LOS YACIMIENTOS

La extracción de hierro en el área de Viveiro se inicia a comienzos del siglo XVIII para abastecer al primer horno alto de Sargadelos (Cervo), operativo entre 1794 y el tercio inicial del siglo XIX. La que fuera gran fábrica de hierro colado (municiones y otros), e intento pionero para el desarrollo industrial de Galicia, tuvo que cerrar por dificultades de índole económica y técnica, muchos años después del asesinato de su impulsor y primer propietario, D. Antonio Raimundo Ibáñez, Marqués de Sargadelos (Casariego, 1974; Carmona Badía, 1993). De acuerdo con Madoz (1850) y Hernández Sampelayo (1931), la fundición de Sargadelos utilizó desde un primer momento mineral de hierro gallego, producido tanto en el entorno del sinclinal de Vilaoudriz, como en el área de Viveiro. Los yacimientos implicados en este segundo caso eran los minerales cloritoso-magnéticos de Testa de Ferro (Fig. 6), localizada al sur de la Punta da Abrela (O Vicedo), que en parte eran recogidos de bloques sueltos en el acantilado y se embarcaban en la punta de Sucastro o del Fuciño do Porco. También derivaban de los crestones de hidróxidos secundarios de Galdó y Bravos (las posteriores concesiones “La Robada” y “Juana”), que se embarcaban desde Porto Chao. En todo caso, los minerales de ambas procedencias había

que mezclarlos con otros de las minas de San Miguel de Reinante, a fin de mejorar la calidad del fundido de hierro para su colado en moldes.

El trabajo de Cueto e Irímo (1910, p. 54-55; reiterado por Cueto, 1922, 1928) rinde tributo a Ricardo de Llano y Oleaga (1821-1900), un vizcaíno de Portugalete, calificado como el “primer minero de Lugo” y “entusiasta buscador de minas, a las que dedicó su vida y fortuna”. Este avezado prospector (Fig. 7) es citado como el descubridor de los yacimientos de hierro de Viveiro, Oural, Muras y O Incio. También destacaron que había llegado a Galicia atraído por el trabajo de Schulz (1835) y seguía los filones por las montañas “en terreno casi inaccesible, sin poblados ni caminos señalados”. Al parecer inscribió en el Registro Minero, en 1889, la existencia de varios filones de hierro en Viveiro, O Vicedo y Oural, sin llegar a abordar su explotación. Parga Pondal (1958) consideró también a Oleaga como “el primer gran minero que concibió la explotación de los hierros de Galicia a gran escala”.

En 1895 los alemanes Otto Kreizner (un empresario minero afincado en Bilbao) y Joseph Massenez (ingeniero, introductor del método siderúrgico Thomas-Gilchrist en Alemania) se hacen, al 50%, con los derechos de la futura mina de A Silvarosa. Como paso previo a su explotación, en 1897 fundaron en Londres la sociedad “The Vivero Iron Ore Company Limited”, arrendataria de las concesiones, que fue domiciliada en Inglaterra pese a que su capital era esencialmente alemán. Los trabajos preparatorios de la mina ya se habían iniciado en 1893-1894, bajo la dirección del ingeniero Frederic Staaden, quien fue su primer director. La explotación más antigua data de 1894-1895 en la concesión *Galicia 2ª*, pero no empezó formalmente hasta 1896. El 20 de diciembre de 1899 zarpó desde el muelle de carga construido en A Insua, el primer mercante a vapor cargado con mineral de hierro con destino a Alemania, en un acto inaugural precedido por la huelga general de noviembre de ese mismo año (Nuevo, 2014b).

La puesta en marcha de las minas de Viveiro reforzó el carácter de polo industrial adquirido por la Mariña lucense a principios del siglo XX, al que contribuyeron las minas de Vilaoudriz y las fábricas de Sargadelos y de Chavín (Carmona Badía y Nadal Oller, 2005). Por su parte, las minas de A Silvarosa llegaron a ser de las más activas de Galicia y destacaron tanto por su producción, como por su alta tecnificación en el arranque y transporte del mineral. A ello contribuyó decisivamente el ingeniero alemán Friedrich Wilhelm (= “Guillermo”) Cloos, quien en 1906 inició el plan de laboreo subterráneo de la mina, gracias al cual se fue abandonando progresivamente la explotación primitiva, que hasta entonces operaba por un sistema de gradas y trincheras a cielo abierto (Figs. 8-11). Éstas eran muy peligrosas por los frecuentes desprendimientos de mineral, que se volvía más quebradizo y pesado a medida que se profundizaba. Cloos fue el mismo que diseñó poco después las minas de hierro de Freixo (Monforte), explotadas en la década de 1920 y hasta 1931 por la firma Minerales de Hierro de Galicia S.A. (Compañía General Minera de



Figura 15. Reconstrucción aproximada del tendido del transporte aéreo bicable entre la estación de carga Federico (1), la intermedia de carga de A Lavandeira o Choupín (2), la estación de empalme de A Silvarosa (3), la estación de ángulo de A Garganta (4) y el cargadero de A Insua (5). Imagen oblicua de satélite tomada de Google Earth®.

Galicia), las cuales contaban con un funicular de 8 km desde la mina hasta la estación ferroviaria de Canaval (Sober, Lugo), desde donde el mineral viajaba al cargadero vigués de Rande, inaugurado en 1926.

La línea de transporte de mineral desde las minas de Choupín y A Silvarosa (Fig. 12) fue pionera de su clase en Galicia; se construyó en los talleres de Zorroza (Bilbao), con diseño de la firma alemana Adolf Bleichert & Co. (de Leipzig-Gohlis) y su puesta en servicio tuvo en lugar en 1899 bajo la dirección de Cloos. Se trataba de un sistema aéreo bicable de 5.570 m de longitud con vagonetes suspendidas, cuya tracción aprovechaba el desnivel existente entre la estación principal de carga de la mina, al norte de A Silvarosa (405 m), y el cargadero ubicado en A Insua, situado al borde del mar, en la margen oeste de la ría de Viveiro (Concha de San Juan). Sus características las conocemos principalmente a través de las descripciones de Lacasa (1908), Eliceigui (1910) y Hernández Sampelayo (1922, 1935). En realidad, el cable aéreo partía de los depósitos de carga de Federico (Fig. 8), al servicio de las dos galerías más bajas, y del empalme en ángulo de Lavandeira (Choupín) (Fig. 13). Desde allí se salvaba un desnivel ascendente de 104 m en un tramo de 875 m de longitud, antes de alcanzar la estación central de A Silvarosa (Figs. 13-14). Ésta comunicaba con un depósito capaz de albergar 10.000 toneladas de mineral, al servicio de la galería nº 4. A partir del ángulo de A Silvarosa, la línea principal se dividía en dos tramos comunicados por la estación angular de A Garganta, emplazada en el alto al sur de Furcos (Figs. 12 y 15). El primer tramo desde A Silvarosa medía 1.637 m de longitud, con 80 m de desnivel; el segundo 2.898 m de longitud y 227 m de pendiente. En A Garganta los dos tramos empalmaban con un ángulo de 170° y dividían sus cables tractores, existiendo en el

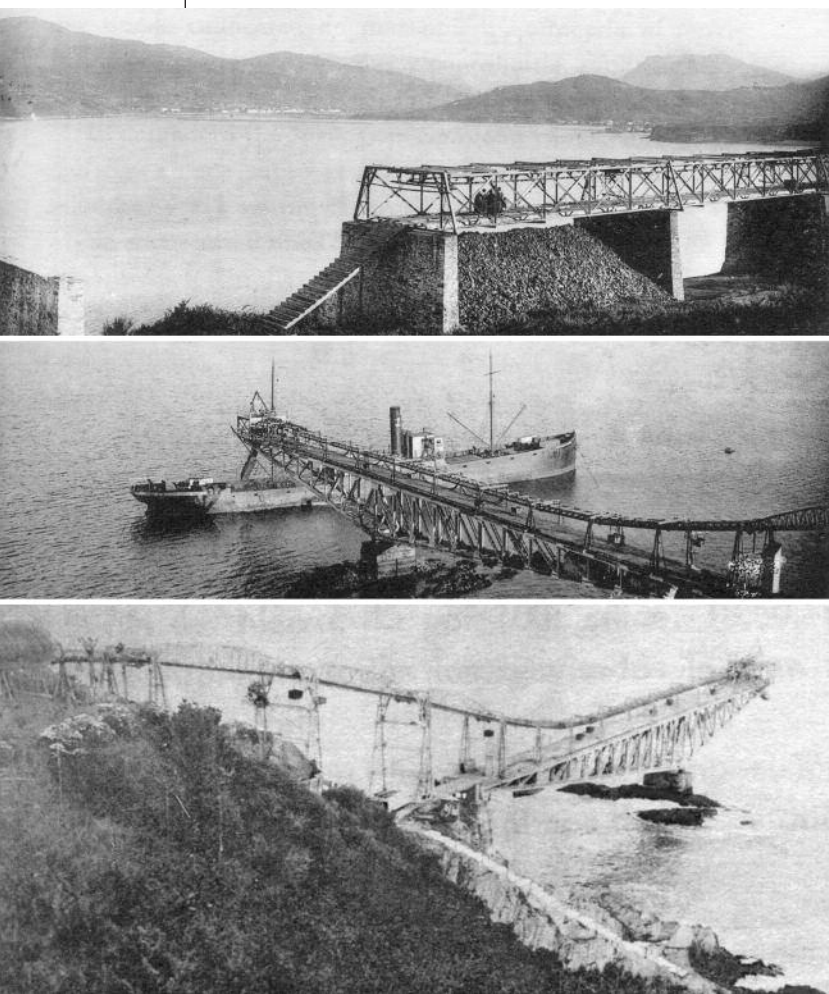


Figura 16. Arriba, galería de descarga del mineral en Aínsua, y parte alta de dos de los depósitos. Centro, maniobra de carga en un barco atracado, con la vertedera ubicada sobre la escotilla. Abajo, vista general del cargadero desde otro ángulo, con los baldes de mineral colgados de los raíles y las escaleras, talladas en la roca, que descienden al mar a la derecha. Fotografías reproducidas de Hernández Sampelayo (1935).

tramo superior un tensor automático y un sistema de transmisión de fuerza, que hacía que ambos tramos equilibrasen su velocidad de arrastre, manteniéndola uniforme en esta parte principal del recorrido. Los caballetes que sostenían los cables eran generalmente metálicos (49 desde Choupín al cargadero de Aínsua), excepto en los tramos iniciales de Federico a Choupín (uno de madera) y de Choupín a Silvarosa (4 de hierro y 14 de madera). El tendido del cable salvaba el arroyo de Loiba (Fig. 14 inferior); su velocidad de funcionamiento era de 2-2,5 m/seg. Cada balde solía cargar unos 690-700 kg de mineral, y la capacidad del conjunto rondaba las 250 toneladas a la hora. Las intensidades habituales de tráfico, con 80 baldes descendentes y otros tantos ascendentes, sumaban las 500-700 toneladas por día, aunque en ocasiones se alcanzaron las 1.500 toneladas en jornadas de 8-10 h.

El cargadero de Aínsua (*O Cargadoiro* actual) (Figs. 12 y 16-17) recibía a los baldes en un puente de carga desde el que se vertía el mineral a cinco grandes depósitos, tras cuya operación los baldes ascendían de vacío a la mina. Las tolvas de estos depósitos, con capacidad para 20.000 toneladas, se ubicaban en una galería

cubierta, de donde partía un nuevo sistema de baldes suspendidos, esta vez de carriles metálicos (en vez de cables) y con mayor capacidad (alrededor de 1 t), que eran los que introducían directamente el mineral en las bodegas de los buques de carga mediante una vertedera telescópica. La terminal propiamente dicha era una gran estructura metálica de 115 m, volada sobre el mar, que se apoyaba en un estribo de piedra construido sobre el islote de San Juan (Figs. 12, 16-17). Desde el extremo de esta viga armada se podían cargar vapores que rara vez superaban las 6.000 toneladas, en un punto del interior de la ría elegido por su calado idóneo para estos buques mercantes (17,5 pies de profundidad en la bajamar). La maniobra de atraque estaba señalizada mediante un sistema de cuatro boyas, y el desatraque se hacía en escuadra (Fig. 18). El carguero más grande del que se tiene constancia fue el buque “Nordic”, despachado el 31 de junio de 1929 con 7.700 toneladas. En jornadas de 8 h podían cargarse hasta 1.500 t de mineral, con un máximo registrado de 3.556 t en 17 h.

Con anterioridad a la construcción del cargadero por parte de la compañía The Vivero Iron Ore, existió otro *cargadoiro* ubicado 800 m al sur del actual, según figura en las cartas náuticas del siglo XIX (Fig. 19).

En A Silvarosa se edificó, además, una barriada minera con 30 hogares, inaugurada en 1906 y dotada de enfermería, almacén de comestibles, capilla y una pequeña escuela (Fig. 20). Además de rendir servicios básicos al personal de la mina, la intención era facilitar el arraigo de sus trabajadores y prevenir posibles huelgas (Nuevo, 2014b), dentro de una comarca con gran sensibilidad social y sindical desde principios del siglo XX. No sin motivo, la inauguración coincidió con el abandono de la explotación de cielo abierto y el paso a labores subterráneas.

De acuerdo con Eleicegui (1908), la mineralización ferrífera comprendía tres sectores: el primero se extendía desde “Testa do Ferro” (al sur de Punta da Abrela, O Vicedo) y Suegos hasta “Coba do Ferro” (Covas, Viveiro); el segundo, de “Coba do Ferro” y Silvarosa a Paleira (al oeste de Galdo, Viveiro); y el tercero, de Paleira a San Miguel “de Santo” (= San Miguel do Souto, al suroeste de Galdo). En 1910, el conjunto de concesiones mineras superaba la treintena y alcanzaba el término de Ourol. Dieciocho de ellas eran propiedad de la sociedad The Vivero Iron Ore Co. Ltd., que por entonces sólo explotaba las radicadas en los cotos de A Silvarosa y Choupín. De acuerdo con Cueto e Irmo (1910), la relación de las concesiones de entonces comprendía las siguientes: en Covas (Viveiro) las denominadas *Tora*, *Galicia 2ª*, *Galicia 3ª* a *6ª* y *10ª* a *13ª*, *Cova de Ferro*, *Ferrera*, *Rafael*, *demasia a Ferrera* y *Otto*; en Vieiro (A Silvarosa, Viveiro) estaban las concesiones *María Juana*, *Rafaela*, *Juanita*, *Benigna*, *Trinidad*, *San Juan* y *Cotillas*; en Galdo radicaban *Galicia 1ª* y *12ª*, *Dolores*, *demasia a La Robada*, *Manuel* y *Juan*, y *Manuel* y *Juan nº 3*; con entrada en Ourol desde Galdo, *La Robada* y *La Carolina*; en Bravos (Ourol) las concesiones *Mercedes*, *Juana*, *continuación* y *demasia a Juana*, y *Manuel* y *Juan nº 2*. Por último, la concesión *Galicia* se situaba entre

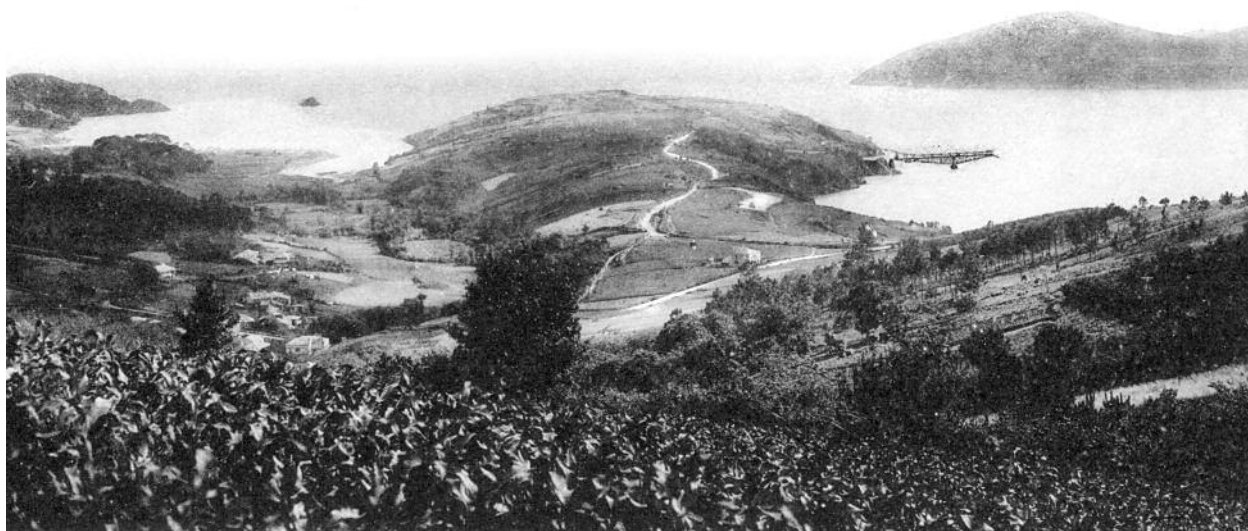


Figura 17. Arriba, vista general del cargadero de A Insua desde el oeste. Fotografía de Abiarán (?) en Hernández Sampelayo (1914). Centro, vista panorámica desde el suroeste de la entrada a la ría de Viveiro (al fondo), con A Insua en medio y el cargadero de mineral a la derecha. A la izquierda se distingue el yacimiento de la Testa de Ferro y la isla Gabieira (según Hernández Sampelayo, 1922). Abajo, dos aspectos de la viga armada metálica del cargadero con la vertedera levantada en su extremo (izquierda, de una tarjeta postal de la época; foto derecha tomada de internet).

Covas (Viveiro) y Suegos (Río Barba, Vicedo). No todas estas concesiones beneficiaban el hierro ordovícico estratificado *in situ*, sino que algunas trabajaban sobre la costra de alteración supergénica y las coladas de hidróxidos secundarios. Hernández Sampelayo (1922) refiere como ejemplo de las primeras a las concesiones

Juana y La Robada; en tanto que los fenómenos epigenéticos en A Silvarosa eran tan rápidos, que algunos terraplenes de pizarra y mineral de contenido piritoso (como el relacionado con la galería Federico) quedaban cementados en poco más de un año. También cita acumulaciones hidroxidadas de hasta 80 cm de espesor, for-

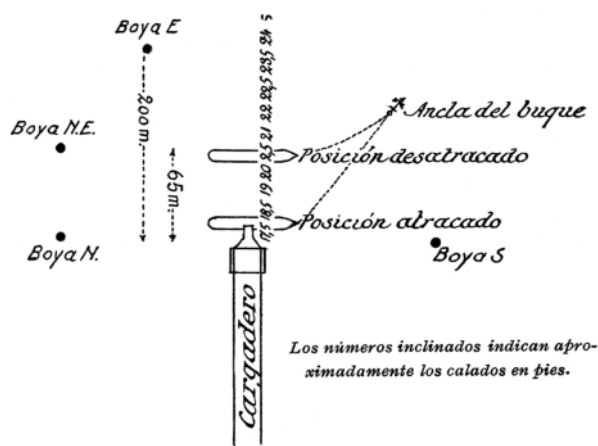


Figura 18. Croquis del cargadero de A Ínsua con la situación de las boyas y los navíos en posición de atraque y desatraque (reproducido de Hernández Sampelayo, 1935).

madas en el interior de ciertas galerías al cabo de cuatro años (Hernández Sampelayo, 1922, pp. 455-456 y foto 14; 1935, pp. 196, 205-206). Tiempo después, el mismo autor aporta un mapa de todos los indicios y concesiones mineras en la zona (Hernández Sampelayo, 1935), que se reproduce en la Fig. 21. De ellas resalta el que la primera mina denunciada fue la llamada *María Juana*, otorgada a Juan Varela el 1 de junio de 1890; pero que según otras fuentes (Ferrero Arias, 2013b) había sido solicitada en 1889 por Piedad de Artiñano Mulleras.

La explotación de las minas de A Silvarosa se paraliza en 1914, como consecuencia del inicio de la Primera Guerra Mundial, que trajo consigo el embargo de todos los activos de las sociedades alemanas radicadas en Gran Bretaña. Pese a ello, la actividad se retoma puntualmente en 1919 y en los años 1920-1922. En el periodo de actividad de la compañía The Vivero Iron Ore (1899-1919), se embarcaron un total de 1.640.000 t de mineral en 469 buques, esencialmente con destino a puertos alemanes, holandeses y franceses.

Según Hernández Sampelayo (1935, p. 235), en febrero de 1919 las minas son adquiridas por el empresario bilbaíno Horacio Echevarrieta Maruri (1870-1963), el cual cedió prontamente una participación del 50% a James Campbell (Alemany, 1950), un socio inglés que, en teoría, podría canalizar hacia el mercado británico las antiguas exportaciones dirigidas hacia Alemania. En los años 1925 y 1926, las minas se paran, como consecuencia de la disponibilidad de grandes stocks de chatarra derivados de la Gran Guerra, y posteriormente todo el sector minero sufre las consecuencias de la crisis financiera mundial de 1929. Durante el periodo 1920-1930 se embarcaron unas 230.000 t de mineral. En 1932, la explotación se interrumpe una vez más, pero en esta ocasión por la persecución, política y económica, a la que se vió sometido el magnate vasco por parte de las autoridades de la Segunda República. En vista de ello, optó por desprenderse del 50% de las acciones que aún conservaba, cediéndoselas al industrial vivariense José Barro González. La vida y circunstancias empresariales del polifacético Horacio Echevarrieta, pese a su fugaz paso por la minería de Viveiro, son del todo apasionantes (Díaz Morlán, 1998 y resumen en Wikipedia); lo mismo que las de José Barro, quien había fundado en

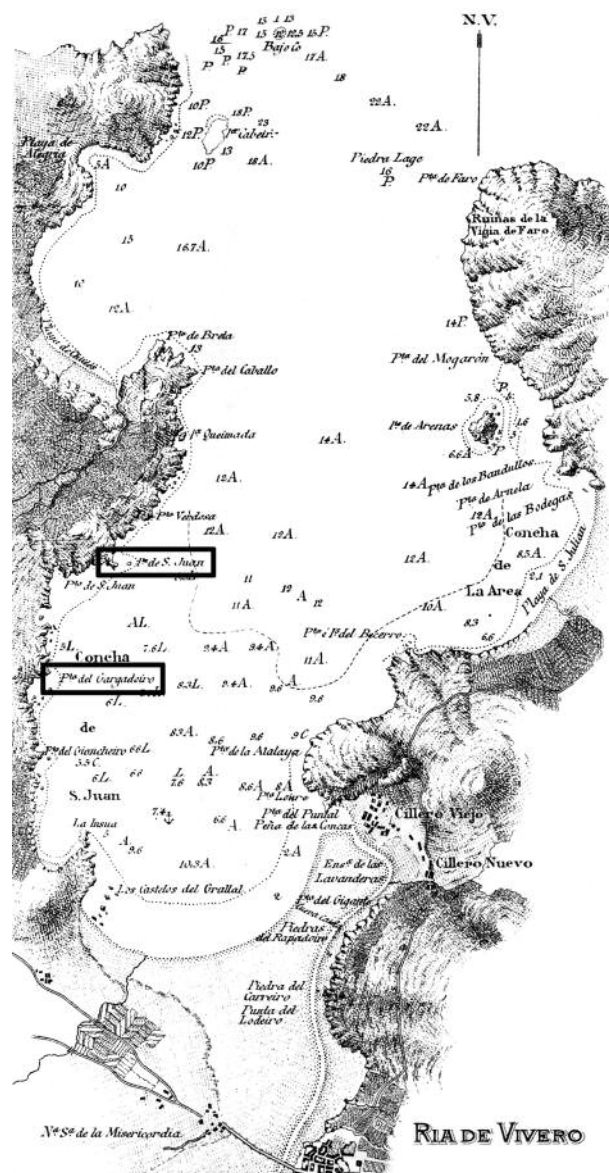


Figura 19. Mapa de la ría de Viveiro, rectificado en 1859 por el Teniente de Navío D. Pedro Riudavets, y publicado en 1868 por la Dirección de Hidrografía de la Marina (Costa Septentrional de España, plano nº 550). La punta del Cargadoiro (recuadro meridional) se correspondería con el cargadero primordial para buques de escaso calado, ya desaparecido. El futuro cargadero de A Ínsua, para vapores de unas 6.000 toneladas, se construyó en 1899 algo más al norte (recuadro septentrional).

1895 la primera fábrica de Chavín y estuvo presente en alguna de las concesiones mineras de A Silvarosa (Lage Marco, 2005, con referencias previas).

El trabajo de Hernández Sampelayo (1935) describe detalladamente el estado de las labores mineras en todo el yacimiento ferrífero, desde la costa hasta Bravos, incluyendo una detallada planimetría de las minas y de sus máquinas e instalaciones más notables (cable aéreo, cargadero), según datos tomados en tiempos en los que la propiedad recaía en la “Casa Echevarrieta”. El autor reitera y completa el conocimiento de lo publicado en 1922, acerca de la estratigrafía, estructura y composición mineralógica de las distintas menas del yacimiento. Y refiere la existencia de diversos informes inéditos sobre las minas de Viveiro, fechados en 1879 (anónimo), 1900 (obra de los ingenieros José Revilla y Rafael Sáenz Díez), 1902 (de Pablo Fábrega) y 1909 (por E. de los Reyes). De

acuerdo con sus esquemas (Figs. 11 y 22), la explotación se efectuaba mediante galerías principales o de arrastre, paralelas y distanciadas unos 12-16 m de la capa de hierro, desde las que se trazaban cada 50 m galerías transversales hasta cortar el mineral. En la base de la capa se abría una galería llamada guía, aproximadamente paralela a la galería de arrastre, desde donde parten los tajos de arranque cada 4 m, en los que se van alternando la explotación y relleno de macizos de ensanche, con la explotación y relleno de los macizos de sostén o reservas. Las operaciones de arranque y relleno se repiten por plantas de 3 m hasta ascender a la altura de 30 m desde cada galería. De una planta a otra se tienden pocillos inclinados, en tanto que en la guía se mantienen pozos revestidos de piedra para que el mineral pueda ser vertido a la galería transversal y evacuado por la principal. El arranque se hacía mediante barrenos y martillos neumáticos, radicando los compresores en la rasante exterior de cada nivel de explotación, alimentados por electricidad.

En el decenio de 1930, James Campbell figura como propietario único de las minas (De la Baña, 1940), que se mantuvieron aparentemente activas durante la Guerra Civil española (Oliver, 1940, 1942). A partir de febrero de 1940, la actividad extractiva se paraliza completamente, ante la crisis de ventas creada por el exceso de oferta desde otros yacimientos nacionales y extranjeros, más competitivos en cuanto a leyes y precios, y también por los efectos de la Segunda Guerra Mundial. En 1949, la Empresa Nacional Siderúrgica S.A. (ENSIDESA), filial del Instituto Nacional de Industria (INI), inicia negociaciones con los propietarios de las concesiones que forman el grupo minero "de Viveiro" (minas de A Silvarosa y Galdo) para la adquisición de las mismas, con todas sus instalaciones exteriores, incluyendo el funicular aéreo al cargadero de A Insua (Alemany, 1950). El traspaso efectivo de los derechos de explotación a ENSIDESA se verifica en 1951, que reactiva poco a poco las minas y desarrolla, con grandes altibajos, sus programas de producción, hasta el cierre definitivo que tiene lugar en 1966. Las razones para el abandono de las minas son de índole técnica y económica, pues el mercado europeo de minerales en la época exigía mejorar drásticamente las calidades y reducir los precios. Los propios hornos altos de ENSIDESA en Asturias acusaban, ya en 1961, dificultades para fundir las 5.000 ó 6.000 toneladas mensuales procedentes de Viveiro, puesto que sus minerales magnéticos y fosforosos debían de pasar por un proceso de preparación mecánica y de reducción previa. Además, los precios del transporte (ferrocarril o barco) se habían incrementado tanto que, llegado el momento, se tornaron inasumibles: en las mismas condiciones era mucho más barato importar minerales de mejor ley que, procedentes de países lejanos, llegaban en buques cargueros de gran tonelaje, en lugar de producir las costosas menas fosforosas españolas, que tiempo atrás habían dejado de ser competitivas y perdido sus mercados tradicionales de exportación a Alemania, Bélgica e Inglaterra.

De la fase en la que ENSIDESA se ocupó de la explotación de las minas de Viveiro, apenas existen datos

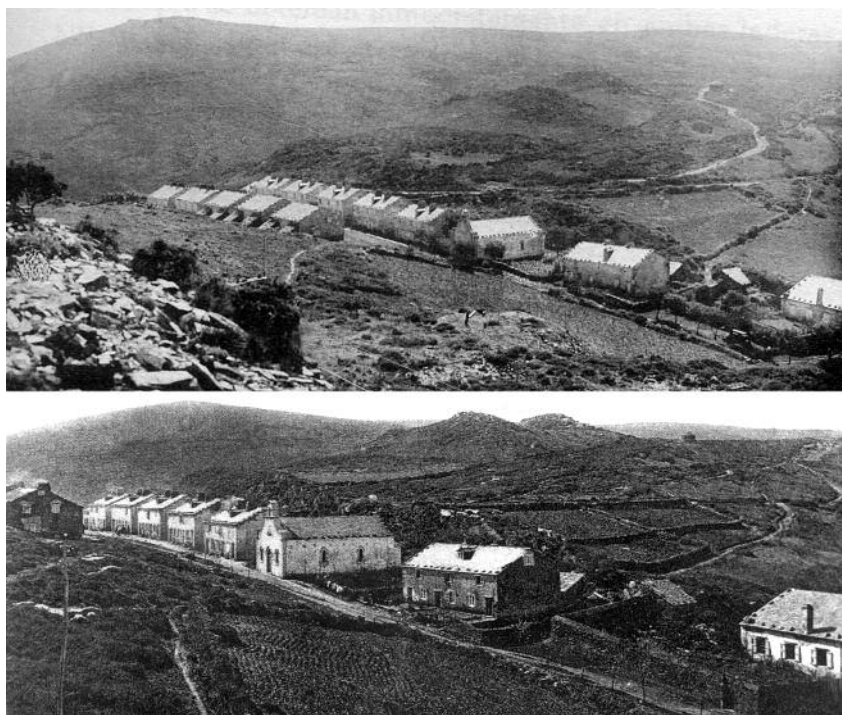


Figura 20. Barrio minero de A Silvarosa, inaugurado el 29 de julio de 1906. Se distinguen bien las casas de los trabajadores, la capilla, el almacén y la enfermería (edificio del margen derecho). Por detrás del complejo se reconoce el camino que asciende al polvorín de la mina (arriba derecha). Fotografía superior de Hernández Sampelayo (1935), inferior de una tarjeta postal de la época.

precisos sobre las labores realizadas, salvo las relativamente modestas cifras de producción consignadas por la Estadística Minera y la publicación de algunos estudios del mineral (Salis *et al.*, 1951) o sobre sus posibilidades de concentración (Becerril, 1963). Antes del cese de las actividades, los cotos mineros de A Silvarosa y Galdo fueron incluidos en el plan de investigación de yacimientos mineros de tipo sedimentario, a cargo del Instituto Geológico y Minero de España (IGME, 1964), el mismo organismo que había abordado el estudio sistemático de los Criaderos de Hierro de España en el periodo 1914-1935. Pero en esta nueva ocasión, los estudios no se circunscribían al mineral de hierro, sino que se combinaban con la investigación de yacimientos estratiformes de otras sustancias (carbón, sales potásicas, caolines y bauxitas).

Aunque la mina de A Silvarosa se cierra oficialmente en 1966, en un informe del IGME (1980, p. 89) se siguen consignando datos de producción, para el grupo minero de Viveiro, con posterioridad a este año. Así, en 1969 se citan 3 minas activas, con una producción de 177.913 t; en 1970, 5 minas y 209.035 t; en 1971, 3 minas y 202.060 t; en 1972, 3 minas y 120.448 t; y, finalmente, en 1973, 2 minas y 8.887 t de mineral extraído. Como fuente de datos se cita a IGME (1975b), donde no consta producción para esos años. Tampoco en la Estadística Minera 1969 a 1973, donde los datos ya no aparecen desglosados por provincias (años 1969-1971), o bien se alude únicamente al número de minas de hierro activas en cada provincia (años 1972-1973), sin citar cuáles (¿Viveiro, Freixo, Vilaoudriz?). Aún así, el número de minas activas consignado para los años 1972 (3) y 1973 (2) concuerda con el atribuido a Viveiro (IGME, 1980), si bien la activi-

ZONA MINERA DE VIVERO Y GALDO

Escala de 1:60.000

Rioabre

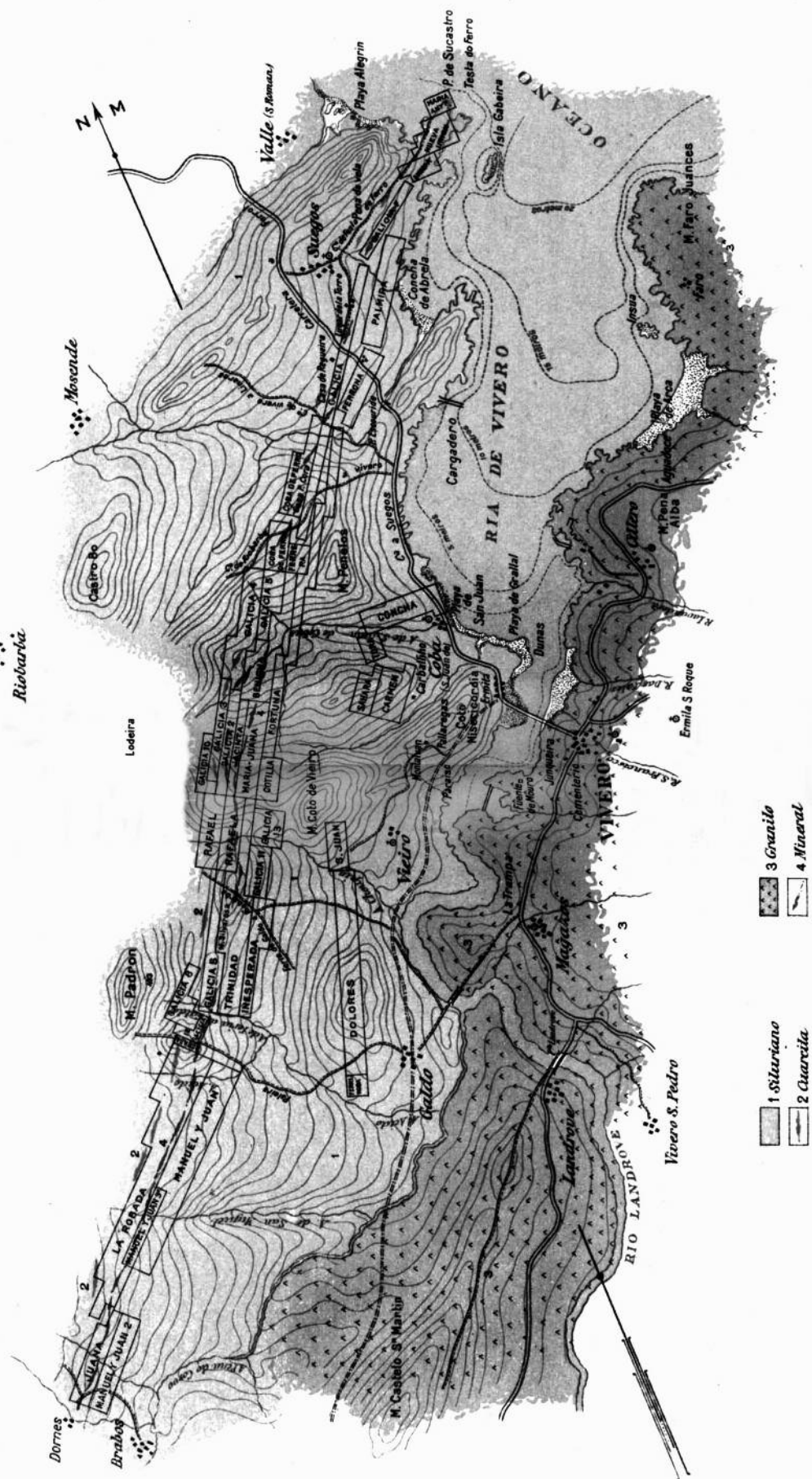


Figura 21. Esquema geológico de la zona minera de Viveiro-Ouro, con las minas de hierro de Bravos (extremo izquierdo), Galdos (izquierda) y Viveiro (centro), más la extensión de la capa mineralizada hasta Suegos y el margen cantábrico (Testa de Ferro, en el extremo derecho). Se aprecia la distribución de las concesiones mineras hacia el año 1920. La toponimia de los lugares y arroyos dista mucho de la que consta en los mapas topográficos modernos. La orientación del esquema se referenció al norte magnético, no al geográfico. Reproducido de Hernández Sampelayo (1935).

dad para el último año merece calificarse de residual, ya que las dos minas empleaban en total a 8 personas (tres de administración y cinco operarios de exterior).

En 1970 se presenta el IV Plan Nacional de Minería (IGME, 1970a) y se establece el Programa Nacional de Investigación Minera, que integra a su vez un Programa Sectorial de Exploración de Hierro con el que se inician nuevas investigaciones en el área de Viveiro (IGME, 1970a, 1970b, 1972b, 1974a, 1974b). En conexión con el citado Plan se proyecta también el Mapa Metalogenético de España, conducente primero al Mapa Previsor de Mineralizaciones de Hierro a escala 1:1.500.000 (IGME, 1972a) y más adelante al estudio sistemático a escala 1:200.000 (datos de Viveiro en IGME, 1975a). Como paso previo, al mineral de hierro español se le había atribuido un carácter estratégico, acreditado por la orden del Ministerio de Industria de 24 de abril de 1970 (BOE nº 114 de 13 de mayo), por el que se declaró "Reserva Provisional a favor del Estado para la investigación de minerales de hierro" toda la zona noroeste de la Península Ibérica (Lugo, Orense, Zamora, León y Oviedo). La ejecución del plan le fue encomendada oficialmente al IGME, por lo que se suprimieron los derechos para solicitar permisos de investigación, o para obtener concesiones directas de explotación, tanto a particulares como a empresas. El Plan Nacional catalogó oficialmente a todos los yacimientos de Viveiro como situados en la "Zona III" (noroeste) y área reservada 32ª (Vivero), delimitada poco antes para la búsqueda de sustancias radioactivas por parte de la Junta de Energía Nuclear (BOE de 11 de abril de 1970).

En el marco del Plan Nacional de Minería, impulsado también por el Plan Nacional de Revalorización Minera y desarrollo de programas sectoriales de prospección minera (PREMIN, iniciado en 1973 al albur del III Plan de Desarrollo Económico y Social 1972-1975), se revisa el estatuto de las concesiones mineras de hierro en la zona de O Vicedo, Viveiro y Ourol. La lista, que incluye todas las concesiones representadas en la Fig. 21 y alguna más, ascendía a 36 registros en 1970 (IGME, 1970b). Su titularidad recaía esencialmente en la empresa "Productora de Primeras Materias S.A.", domiciliada en Madrid y filial de ENSIDESA, seguida por "Manuel Barandica de Llano". En mucha menor medida se citan como propietarios a Piedad Astillano Mulleras, Manuel Celeiro Ortiz, Juan Varela, Ángel González Macazaga (de Viveiro) o sus herederos, y a titulares no especificados. El listado de permisos de investigación y concesiones "vivas" (al día en sus obligaciones fiscales) aumentó a 43 en 1971, según datos del Ministerio de Hacienda (IGME, 1972b), figurando como propietarios de derechos mineros de hierro, en la zona, la Sociedad Productora de Primeras Materias S.A. (Madrid), Hijos de Manuel Barandica de Llano (España -sic-), Juan Varela (Lugo), Manuel Celeiro (España), José Valle González (Cervo), Coto Minero Vivaldi y Anexas, S.A. (Bilbao) y Fábrica de Loza La Cartuja (Sevilla). Los números de registro y las concesiones reunidas por ambos listados son las siguientes: 436 (María Juana), 617 (Rafaela), 633 (Jacinta), 634 (Juana), 635 (Benig-

na), 637 (Trinidad), 642 (María Antonia), 677 (Tora), 697 (Sebrán), 699 (La Robada), 705 (Galicia), 706 (Galicia 2ª), 707 (Galicia 3ª), 711 (Galicia 4ª), 714 (Sahara), 715 (Galicia 5ª), 720 (Galicia 6ª), 722 (Cova de Ferro), 734 (Galicia 9ª), 736 (Nueva Unión), 742 (Galicia 7ª), 743 (Galicia 10ª), 744 (Galicia 11ª), 761 (Cova de Ferro 2ª), 762 (Galicia 12ª), 764 (Sevilla), 765 (Cartuja), 861 (Rafael), 867 (San Juan), 879 (Galicia 13ª), 921 ó 931 (demasia a La Robada), 930 (demasia a Juana), 1019 (Cotillas), 1089 (Emilia), 1093 (Manuel y Juan), 1151 (Manuel y Juan nº 2), 2267 (Manuel y Juan nº 3), 2736 (Otto), 4193 (ampliación de Galicia), 4796 (Niña Isabel) y 5131 (Mary Carmen). Las más significadas de todas estas concesiones caducaron en sus derechos mineros el 28 de octubre de 1985 (Arias, 2013b).

Para el desarrollismo español de la época, estaba claro que el hierro resultaba un mineral estratégico cuyo coeficiente de consumo aumentaba rápidamente, en tanto que el papel de la producción interna declinaba en la misma medida, pasando por ejemplo del segundo puesto con el que figuraba el hierro entre la producción de sustancias minerales españolas en 1957, al sexto puesto obtenido un decenio más tarde (IGME, 1970a). Pese a su carácter de sustancia fundamental para la minería nacional, la exploración de los recursos de hierro del noroeste, alentada por los programas nacionales de investigación y reevaluación minera, apenas superó la llamada Fase Previa en cuanto a los yacimientos de Viveiro. El problema fundamental, compartido también por otros minerales magnéticos como los procedentes de los cotos bercianos, era la baja ley en hierro y el carácter semifosforoso de la mena, que además solía contener alúmina en exceso. Ello imponía unos costes operativos elevados, que exigían una trituración seguida de molienda muy fina, previa a la concentración magnética de baja intensidad; la desfosforación hidrometalúrgica o por lixiviación sulfúrica, la elutriación para el desarcillado y, finalmente, la peletización del concentrado. Tales dificultades fueron analizadas por un Comité Técnico nombrado por el INI en 1968 a estos efectos, de cara al horizonte productivo de 1980. Por su parte, los planes de peletización continuaron siendo contemplados por el IV y V Plan Nacional de Minería, principalmente para el entorno de los yacimientos leoneses, que eran los que más acusaban, además, el incremento de costes ligados al transporte del mineral (cotos Wagner, Vivaldi, San Bernardo y San José).

Dado que los yacimientos de Viveiro parecían contener grandes reservas de mineral (unos tres millones de toneladas justificadas por las labores, según IGME, 1970b), en el año 1972 se realizó una campaña de magnetometría aerotransportada (en helicóptero), que reveló la existencia de notables anomalías residuales positivas en la intensidad del campo magnético total (IGME, 1973). La distribución de las mismas (Fig. 3) denota las zonas mineralizadas, con una estimación de reservas en torno a los cuatro millones de toneladas (IGME, 1973). La prospección geofísica se combinó con una campaña de magnetometría de tierra (IGME,

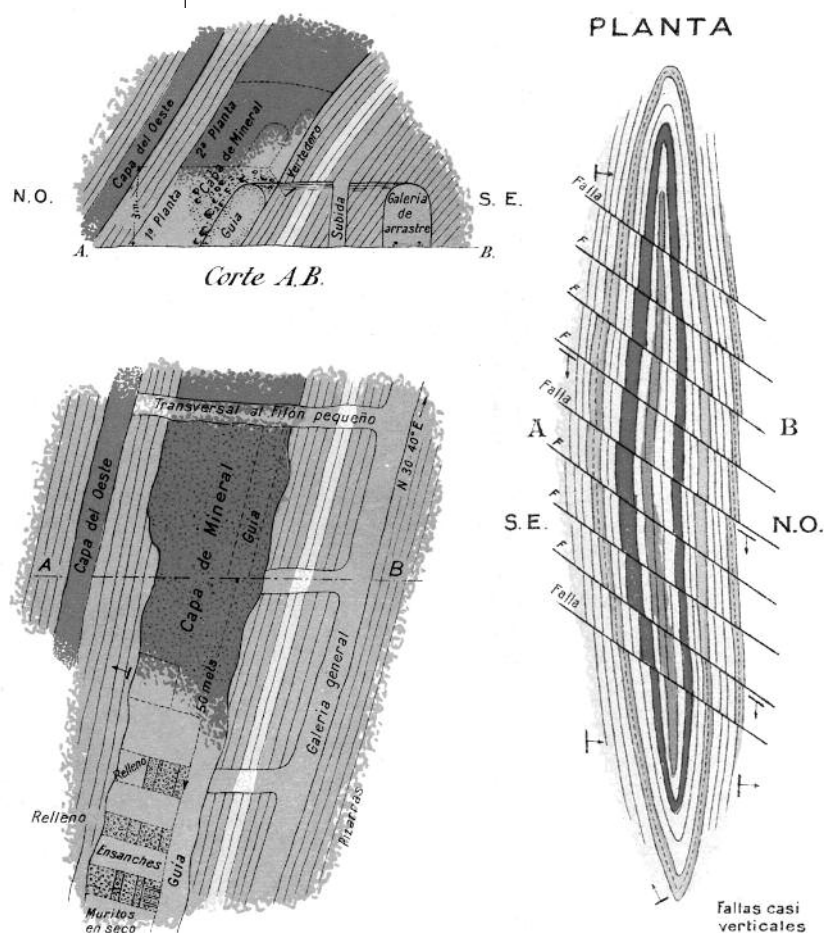


Figura 22. Croquis del método de explotación de las minas de A Silvarosa, a partir de una galería de arrastre paralela a la capa y otras transversales dispuestas cada 50 m, desde donde se excavaba una guía en la base de la capa mineral y se disponían las plantas de arranque y relleno en tajos que alcanzaban los 30 m de altura. A la derecha, esquema en planta de la disposición hipotética del yacimiento (sinclinal con vergencia al sureste). Ilustraciones de Hernández Sampelayo (1935).

1974a, 1974b), en la que obtuvieron 18 perfiles elaborados a partir de 383 mediciones de campo, completados con la realización de 7 sondeos estratigráficos de escasa profundidad (50-93 m), todos ellos localizados en la zona de Viveiro-Galdo (IGME, 1974b). Aunque los objetivos de esta primera fase no contemplaban una estimación de las posibles reservas de mineral, en el estudio se admiten como posibles unos 23 millones de toneladas (IGME, 1974b, p. 34: aproximadamente 7,5 millones de toneladas de hierro), para cuya confirmación o ajuste se requeriría planificar una malla de sondeos mucho más densa e intensiva. Un volumen parecido en cuanto a las reservas de mineral (17,98 millones de toneladas) se admite como posible en el Inventario Nacional de recursos de hierro (IGME, 1980), si bien con un margen de error asumido de hasta el 50% de dicha estimación.

La nueva fase de expansión industrial experimentada por España en 1973, favorecida a nivel legislativo por el III Plan de Desarrollo del que derivó el PREMIN y

la Ley de Fomento de la Minería de 1977, impulsó un incremento de la demanda de materias primas y el alza consiguiente en los precios, con lo que surgieron nuevas expectativas para los minerales de hierro fosforosos del noroeste peninsular. En dichas condiciones surgió el Plan Nacional de Abastecimiento de Materias Primas Minerales (PNAMPM) de diciembre de 1974, del que se excluían los hidrocarburos y los minerales radioactivos. Pese al enfoque sectorial y prioritario establecido para el abastecimiento de hierro de origen nacional, con unos objetivos de producción fijados en dos millones de toneladas para el horizonte de 1985 en las zonas II y III (noroeste peninsular), lo cierto es que el Plan no pasó de la fase recopilatoria (Armengot *et al.*, 1975) y de la creación de un manual de planificación para esta nueva fase de investigación minera, que mantenía el proyecto de una planta de peletización de minerales fosforosos (IGME, 1975b). En paralelo a ello, las importaciones de minerales baratos y de mejor ley procedentes de los mercados internacionales, terminaron por hundir las perspectivas de este posible resurgir de la minería de hierro en el noroeste de España que, no obstante, sigue albergando las principales reservas nacionales de dicho metal.

Si bien los yacimientos de Viveiro continuaron siendo objeto de estudios mineralógicos y genéticos en la misma época (Lunar Hernández, 1975, 1977, 1979), el prolongado cese de la industria minera hizo que la memoria colectiva, sobre la existencia de este recurso, se fuese borrando paulatinamente y no sólo en la zona. Las minas permanecen, desde entonces, en estado de abandono total: el declive de su interés, tanto en informes como en publicaciones (IGME, 1980, 1982), llegó hasta tal punto que en la memoria que acompaña al Mapa Minero de España (IGME, 1988, p. 57), se afirma textualmente: "El yacimiento de Viveiro (Lugo) está formado por areniscas ferruginosas, de edad cretácica a terciaria, con un contenido del 46 % de hierro". Nada se dice sobre la larga y fecunda historia de las mineralizaciones sedimentarias ordovícicas, ni acerca de unos cotos mineros de donde se extrajeron cerca de dos millones y medio de toneladas de magnetita y hematites. Por otra parte, los minerales y minas de Viveiro tampoco aparecen consignados en la Gran Enciclopedia Gallega, donde por el contrario figuran otras antiguas minas de hierro como las de Freixo o Vilaoudriz (Nespereira Iglesias, 1974).

De todos modos, en el declive y cierre de las explotaciones de hierro del noroeste peninsular vinieron a concurrir muchos factores que dieron lugar a la llamada, maledicentemente, "gran falacia de ENSIDESA". Como testigo de excepción, Nuño de Olaiz (2001) relata cómo, en los inicios de 1950 Félix Aranguren, el que fuera primer gerente de la empresa, planteó un ambicioso proyecto de siderurgia integral para el aprovechamiento masivo de las menas fosforosas de León y Lugo, patrocinado por el INI. Pero la realidad condujo a que ninguna de las acerías modernas construidas en Avilés, incorporaran los necesarios convertidores Thomas para la desfosforación del mineral. En el decenio

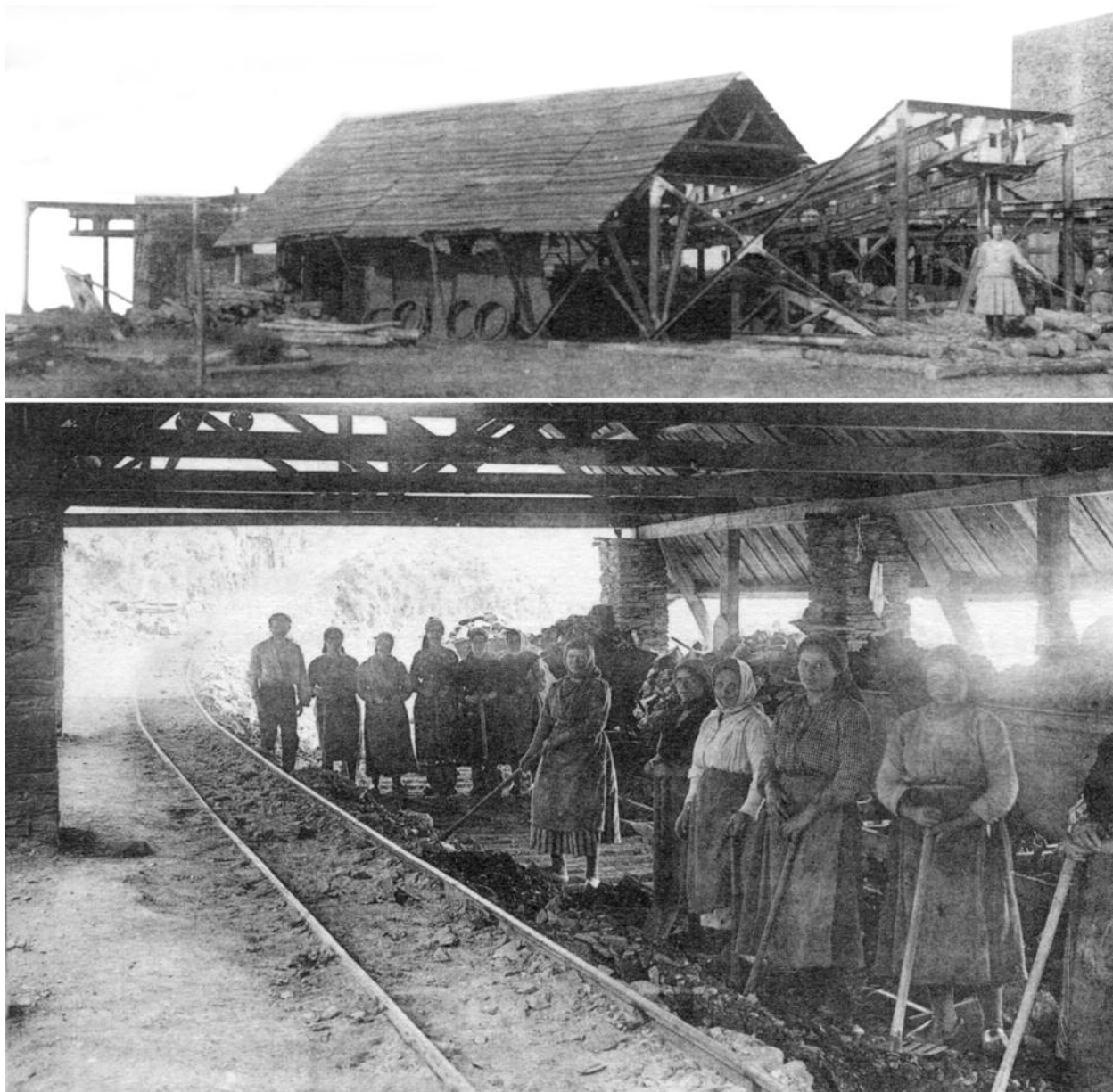


Figura 23. Trabajadoras en las minas de Viveiro. Arriba, estación de ángulo de A Silvarosa; debajo, taller de clasificación del mineral derivado de la galería "Ventilación". Fotografías de Hernández Sampelayo (1935).

de 1960, el propio sector siderúrgico tampoco fue sincero en sus intenciones de aprovechar las menas españolas, tras haber promovido la creación de una Comisión de Utilización Siderúrgica de Mineral de Hierro, que devino en la Acción Concertada de la Minería del Hierro, en la que primaron tanto corporativismos como intereses particulares para la captación de subvenciones, en tanto que las plantas siderúrgicas dejaban caer a la producción minera nacional.

Las vicisitudes experimentadas por las minas de Viveiro, así como los datos de producción, venta o embarque de mineral, vienen detallados en los informes correspondientes a la provincia de Lugo que constan en la Estadística Minera de España, publicada anualmente por el ya extinto Consejo de Minería. Entre sus principales contribuidores destacamos a los ingenieros Antonio Eleicegui (años 1906-1908), Ramón del Cueto (años 1909-1915, 1917 y 1919-1924), Pedro de Mesa (año 1916), José Carbonell (año 1918), Eugenio Labarta (años 1925-1932), Calixto Irusta (años 1933 y

1934), E.A. de la Braña (año 1935), Manuel Oliver (años 1936-1939), José Alemany (años 1939-1953), Faustino Hervada (años 1954-1956) y Gonzalo Telles (años 1957-1961), entre otros. Los distintos informes generados por las investigaciones coordinadas desde el Instituto Geológico y Minero de España, fueron compendiados en una síntesis del IGME (1979).

Los ingenieros que se ocuparon de nutrir la Estadística Minera anual para la provincia de Lugo, brindaron en ocasiones datos sobre las cifras de empleo en las labores mineras de Viveiro, e incluso sobre los accidentes registrados. En tiempos de la compañía británica The Vivero Iron Ore (1899-1919), en las minas llegaron a trabajar 400 obreros hasta su primera paralización en 1914, registrándose momentos de escasez de personal debido a la alta tasa de emigración de la época. A finales de 1916 y con las labores paradas, de la conservación y mantenimiento de las instalaciones se ocupaba un centenar de obreros. La reapertura de las minas hizo bajar el empleo a 36 trabajadores en 1925, 104

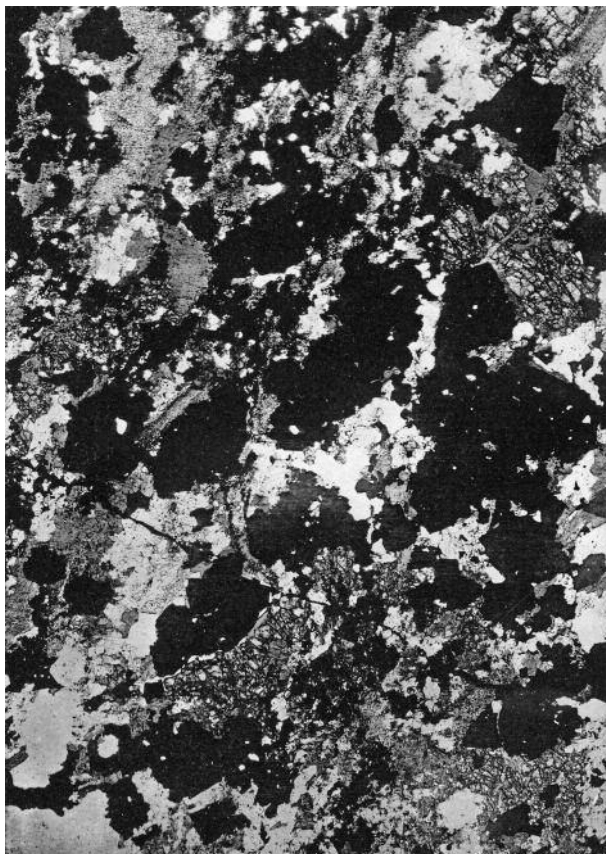


Figura 24. Microfotografía del mineral cloritoso-magnético de A Silvarosa, afectado por metamorfismo de contacto, cuya textura granuda recuerda a la oolítica desaparecida. En negro, cristales de magnetita; en gris, cloritas; en blanco, granates cuarteados. Fotografía original de Hernández Sampelayo (1922). La dimensión del campo representado es 4,5 x 3,2 mm.

(de ellos, 11 mujeres) en 1927, 208 (22 mujeres) en 1929, 298 en 1934, 202 en 1935, un promedio anual de 190 obreros entre 1936 y 1938, 254 trabajadores en 1939 y 276 (32 mujeres) en 1940. Dependiendo de la mayor o menor demanda de mineral en el mercado, y al coste de los fletes en cada momento, las minas operaban de continuo o sólo unos pocos meses al año. Las actividades de interior estaban reservadas a los varones, y las de exterior eran las únicas que contaban con participación femenina (Fig. 23). La proporción de empleados de interior y exterior era, respectivamente, 185/113 en 1934, 142/112 en 1939 y 177/99 en 1940. Con posterioridad a 1940 no disponemos de cifras fiables de empleo en las minas, si bien algunas crónicas recogen que, en fechas próximas al cierre (1966), la explotación registraba niveles máximos de entre 400 y 550 trabajadores, en su mayoría lugareños.

Como fuentes históricas para la mina de A Silvarosa, en ciertos casos acompañadas por planos o documentación fotográfica, optamos por seleccionar las aportaciones de Eleicegui (1908, 1909a, 1909b, 1910), Cueto (1918, 1922, 1925, 1928), Cueto e Irímo (1910), Hernández Sampelayo (1914, 1922, 1935) y Donapetry Iribarnegaray (1953). Ya para tiempos modernos, destacan las citas de Chao Espina (1976), Xunta de Galicia (1991), Nuevo Cal (2004), Díaz Martínez y Galdo (2005), Calvo Rebollar (2009), Novo Güisán y Martínez Arias (2012), Nuevo (2014a, 2014b), Lara Coira (2010), Ferrero Arias *et al.* (2012, 2013), y las revisiones recientes de Ferrero Arias (2013a, 2013b) y sus colaboradores.

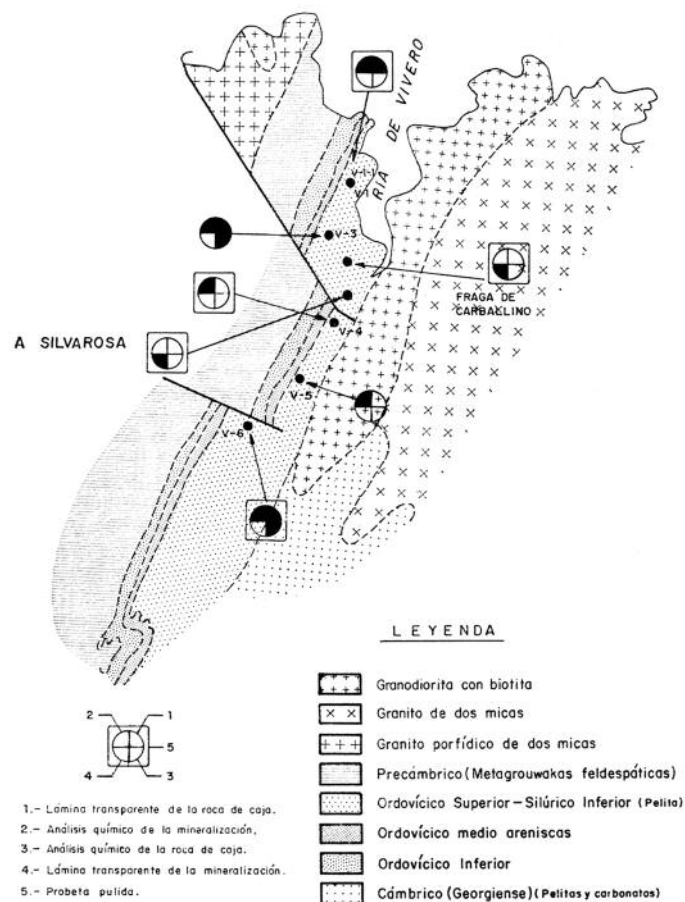


Figura 25. Situación de los sondeos realizados por ENADIMSA (IGME, 1974b; Armengot *et al.*, 1975) sobre un esquema geológico adaptado del Mapa Metalogénico de España (IGME, 1975). La ilustración reproduce la Fig. 6.24 de Lunar Hernández (1977), con ubicación de muestras. Tanto el mapa como los sondeos conllevan errores planimétricos y cartográficos.

MINERAL EXPLOTADO

De los distintos estudios mineralógicos realizados en las minas de Viveiro destacan, notablemente, los de Hernández Sampelayo (1922, 1935) y, para tiempos más recientes, el de Lunar Hernández (1977). De acuerdo con el primer autor, quien llevó a cabo avanzadas investigaciones micrográficas para la época (Fig. 24), la masa mineral está constituida mayoritariamente por magnetita, cloritas y granate, apreciándose como secundarios el cuarzo cristalino, algunas micas y minerales afines a la epidota. Hernández Sampelayo (1922) fue también el primero en considerar al mineral de Viveiro como de origen singenético sedimentario y en atribuirle una textura oolítica primaria cloritoso-carbonatada, borrada posteriormente por un metamorfismo de contacto que impuso grandes transformaciones minerales. Tan sólo en la prolongación meridional del yacimiento (minas de La Robada en Galdo), la intensidad del metamorfismo fue menor y se conservó parte de la textura oolítica, en una mena rica en siderita e hidróxidos, con magnetita muy escasa. La presencia local de carbonatos motivó la realización de ensayos de concentración del hierro por calcinación (Fig. 10). Hernández Sampelayo (1935) identificó además otras especies minerales menos abundantes, que aparecen a lo largo de la capa ferrífera aflorante entre Testa de Ferro

	SONDEOS ZONA DE VIVEIRO		
	V-1 y V-3	V-4	V-6
MINERALES PRINCIPALES	Magnetita Pirita Siderita	Siderita Clorita	Siderita Clorita (Magnetita)
MINERALES ACCESORIOS	Arsenopirita Calcopirita Ilmenita Rutilos Marcasita Clorita Siderita	Rutilos Ilmenita	Pirita abundante Ilmenita Rutilos Calcopirita
OBSERVACIONES	Cristales grandes de magnetita con contornos muy netos. Calcopirita en emulsión en la magnetita	Rutilos Ilmenita	Sólo aparece magnetita en una muestra y con textura diferente a las anteriores. También algún cristal pequeño de magnetita

Figura 26. Características mineralógicas de las muestras de los sondeos de Viveiro (tomado de Lunar Hernández, 1977, tabla X).

y Bravos, con ejemplares bellamente cristalizados asociados a fracturas, vetas de cuarzo y geodas. Como ejemplos citamos los granates en rombododecaedros recubiertos por clorita verde, cristales hexagonales o tabulares de cloritas, cuarzos bipiramidales, cubos de pirita, calcita espática, moscovita, goetita, limonita, etc., muchos de ellos representados en la galería 3A de Choupín.

Casi todos los análisis previos o posteriores a los de Hernández Sampelayo (1922, 1935) se orientaron, esencialmente, a cifrar la riqueza en hierro u otras sustancias presentes en la mena mineral, de cara a establecer su calidad y rendimiento siderúrgico (ver, entre otros, Salis *et al.*, 1951; Becerril, 1963; IGME, 1974b). Al mineral de A Silvarosa-Choupín se le atribuye de promedio un 45,6 % en hierro, 18 % en sílice, 5,5 % de alúmina (Al_2O_3) y alrededor del 1,19 % en fósforo (IGME, 1980). El carácter semifosforoso de la mena, con picos de hasta el 1,62 % en este elemento, fue responsable de que la mayor parte de la producción se destinase a la exportación. En este sentido, ni en la costa cantábrica ni en El Bierzo llegaron a construirse las plantas siderúrgicas por entonces proyectadas, dotadas de convertidores Thomas capaces de eliminar el fósforo, por adición de calcita durante la fundición, aprovechándose la escoria para producir abonos. Hernández Sampelayo (1922, 1951) atribuyó al fósforo un origen orgánico, generado por organismos bentónicos neríticos (¿conchas de lingúlidos?), si bien actualmente se le considera como precipitado químicamente en ambiente marino, al inicio de ubicuos episodios transgresivos.

La paragénesis mineral reconocida en las distintas minas e indicios aparece consignada en diversos informes mineros (IGME, 1972b) y en el Mapa Metalogénico de España (IGME, 1982). El trabajo más preciso y detallado corresponde a Lunar Hernández (1977, 1979),

que trabajó con muestras de los sondeos de reconocimiento efectuados por ENADIMSA (IGME, 1972b; Armengot *et al.*, 1975) en las proximidades de Requián (sondeos nº 1 y 1bis), Furcos (nº 2), Fraga de Carballino (nº 3), arroyo de Ácido (nº 4), arroyo de San Miguel (nº 5) y Fornos (nº 6). La posición de los sondeos y las características mineralógicas de las distintas muestras se resume en las Figs. 25-26. El detallado estudio metalogénico acompañante condujo a la autora a reconocer una cierta zonalidad mineralógica inducida por el metamorfismo térmico. Los efectos más acusados se dan en la llamada “zona I”, que es la más septentrional y comprende a los sondeos 1 y 3, así como el área de A Silvarosa. Se caracteriza por la presencia de abundante magnetita de recristalización, pirita y, en menor proporción, calcopirita, además de biotita, granates y epidota. La “zona II” sería la más meridional y se restringe al área del sondeo 6, con siderita y escasa magnetita. Finalmente, la “zona III” media entre las anteriores y abarcaría los sondeos 4 y 5, caracterizándose por la ausencia de magnetita.

Las transformaciones mineralógicas experimentadas por la capa de hierro sedimentario se deben en una primera fase al metamorfismo regional, que incrementa el contenido en siderita y cloritas (a expensa de las chamositas), pudiendo registrarse granates de primera generación y aparecer magnetita formando parte de las secuencias de los oolitos. En las zonas afectadas por la aureola metamórfica de contacto, la magnetita forma cristales grandes e idiomorfos con calcopirita en emulsión; placas cristalinas con inclusiones de carbonatos y cloritas, con algún fenómeno de martitización; o bien recristaliza a partir de siderita (Lunar Hernández, 1977). El metamorfismo experimentado por el flanco oriental del anticlinorio del Ollo de Sapo se halla en relación con su proximidad a la zona de cizalla dúctil relacionada con la Falla de Viveiro (“Cinturón metamórfico de Viveiro”, ver Martínez *et al.*, 2004). El metamorfismo de contacto sobrepuesto al anterior en ciertas áreas, se debe al calor advectivo de los granitos intruidos sintectónicamente con la falla.

Entre el conjunto de los hierros sedimentarios del Ordovícico ibérico (ver recopilación de Gutiérrez-Marco *et al.*, 1984: parcialmente reproducida por Lunar Hernández, 1992), el mineral de Viveiro es notablemente parecido al de las minas del Bierzo (cotos Wagner-Vivaldi), merced al desarrollo de un metamorfismo de contacto comparable, que provocó la formación de magnetita masiva (Lunar Hernández, 1977; Lunar y Amorós, 1979).

La magnetita de Viveiro, y la hematites en menor medida, son mencionados en numerosos tratados de mineralogía y coleccionismo de minerales españoles: por ejemplo, Calderón (1910), Fernández Navarro (1925), Hurlbut (1973), Galán Huertos y Mirete Mayo (1979), Valle González y González Cesteros (1989), Mirre (1990), Hurlbut y Klein (1992), Lanaja del Busto y Teixeira Fernández (2004), Medenbach y Sussieck-Fornefeld (2005), Calvo Rebollar (2009) o Klein y Hurlbut (2011), entre otros.

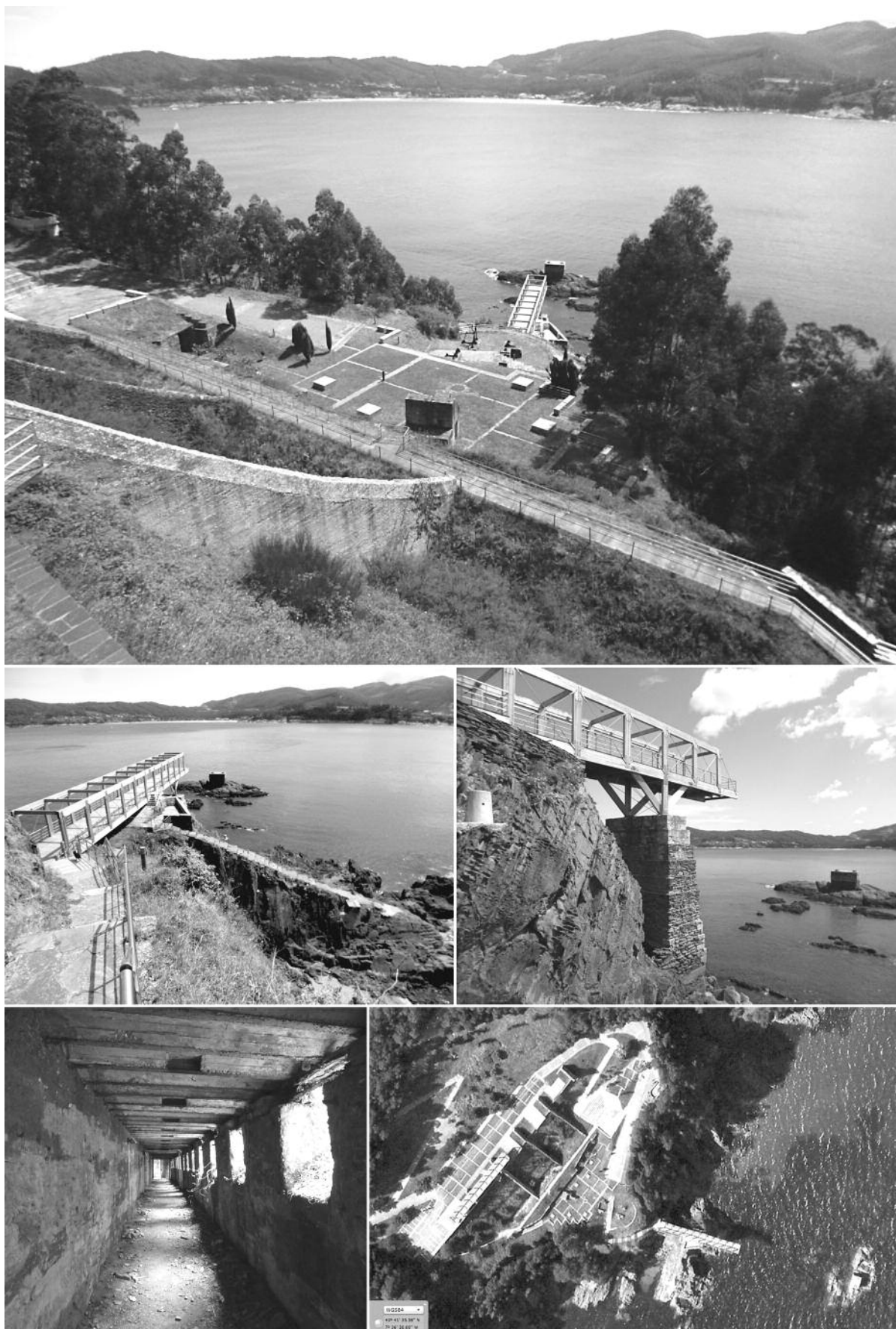


Figura 27. Parque Etnográfico da Ínsua. Fotografía superior, aspecto general del cargadero, con tres de los depósitos de mineral en primer plano. Al fondo se distingue la playa de Area (Celorio). Centro-izquierda, escaleras que descienden a la galería de carga, y escaleras labradas en roca hasta el mar. Centro-derecha, extremo del mirador nuevo construido en madera, apoyado sobre un estribo original. En su prolongación hacia el mar se reconoce el islote de San Juan, con el apoyo para la viga armada del cargadero, hoy desaparecida. Debajo a la izquierda, galería subterránea con las aberturas de las tolvas que conectaban con los distintos depósitos del mineral. Debajo a la derecha, vista aérea del Parque Etnográfico (tomada del SigPac®, MAGRAMA).

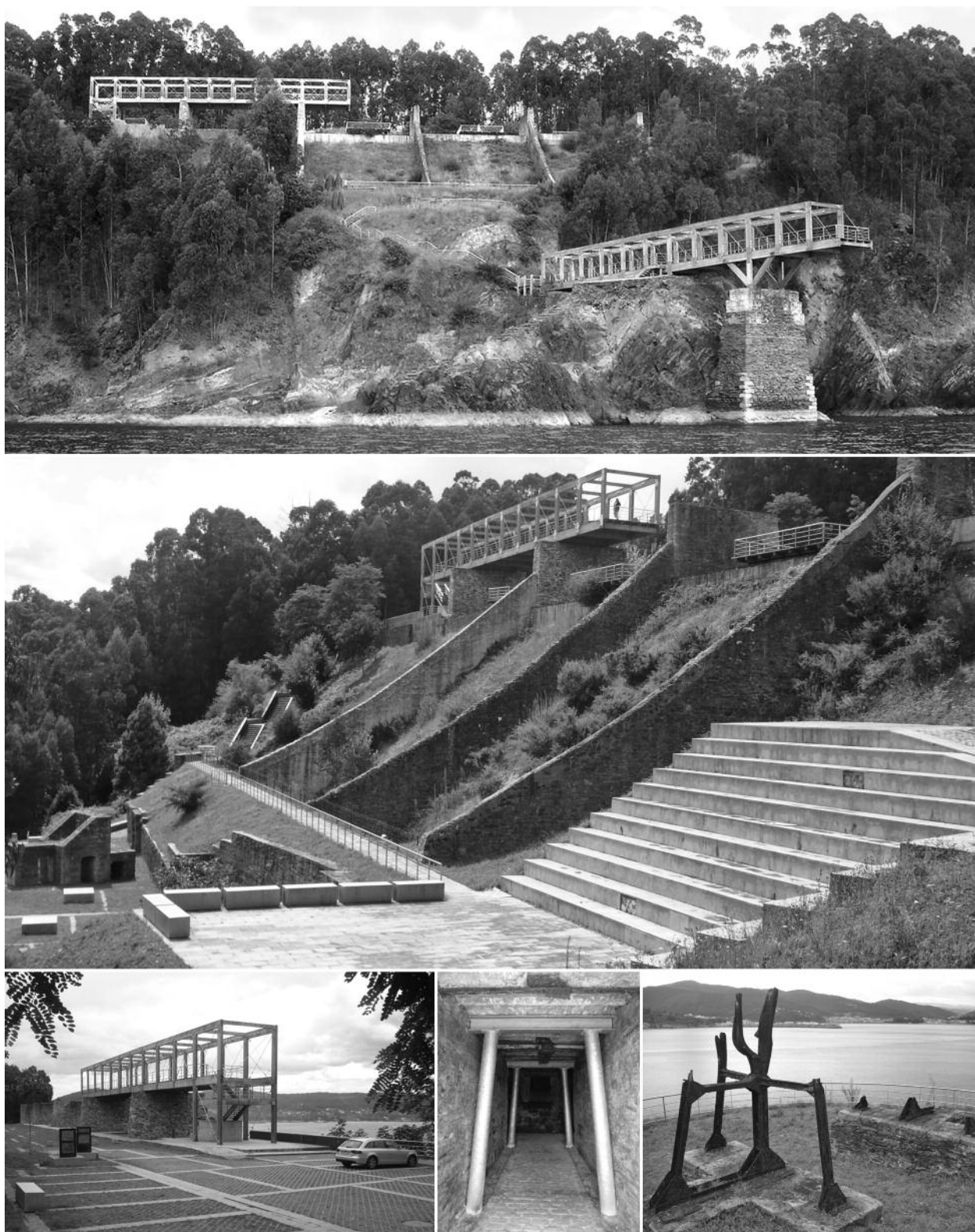


Figura 28. Parque Etnográfico da Ínsua (continuación). Vista desde el mar del cargadero (en primer plano a la derecha), parcialmente reconstruido para crear un mirador turístico sobre la ría; planos inclinados de los depósitos de mineral (en el centro) y reconstrucción de la galería de descarga superior (arriba a la izquierda, ver Fig. 16 para comparación). Fotografía del centro, aspecto general del conjunto superior con la galería, los depósitos de mineral y, en primer plano, el auditorio de nueva construcción que aprovecha el terraplén del depósito más septentrional. Fotografías inferiores, de izquierda a derecha: aparcamiento en el extremo suroeste del parque; galería de salida de las vagonetas cargadas en las tolvas; y vestigios de la primera torre metálica de sustentación de la estructura que descendía al puente de carga inferior.

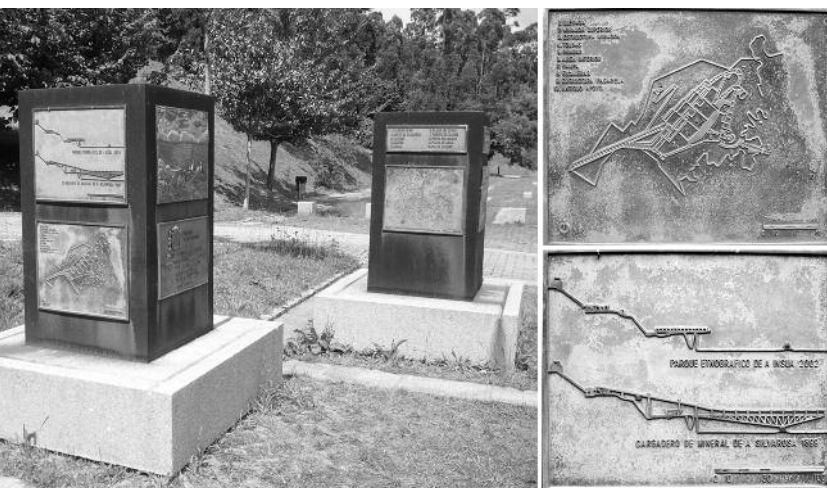


Figura 29. Postes de información del Parque Etnográfico da Ánsua, con detalles de las placas metálicas con la planimetría del conjunto (arriba derecha) y el contraste entre los perfiles moderno (2002) y antiguo (1899) del cargadero de mineral.

PATRIMONIO GEOLÓGICO E INDUSTRIAL MINERO DE VIVEIRO

Los valores patrimoniales de la zona fueron reconocidos por vez primera por Duque Lucas *et al.* (1983, p.60), quienes consideraron a la ría de Viveiro como un Punto de Interés Geológico de alcance nacional, con importancia geomorfológica y didáctica, pero sin hacer referencia a las minas. En el mismo sentido subrayaron que Viveiro brinda nombre propio a una de las fallas más conocidas del Orógeno Varisco (= Hercínico) de la Península Ibérica, un aspecto que ya mencionamos en un epígrafe precedente. No obstante, en la actualidad subsiste cierta polémica en cuanto a su designación oficial como Falla de Viveiro (su denominación inicial en castellano) o como Falla de Viveiro (la única oficial, derivada del gallego). Pese a que la segunda forma es la que figura en la síntesis más moderna sobre la Geología de España (por ejemplo, Martínez *et al.*, 2004; Martínez Catalán *et al.*, 2004), por estar sujeta a lo establecido en el artículo 10 de la Ley 3/1983 de Normalización Lingüística para los topónimos gallegos, o el Decreto 6/2000 del nomenclátor para la provincia de Lugo, el trabajo de Marcos (2013, nota infra p. 172) ha reabierto un debate que entendemos innecesario. Dicho autor alude a las recomendaciones de la *Guía Estratigráfica Internacional* para respetar los topónimos originales, pero esta guía dista de ser un código que establezca un procedimiento regulado, como los de la nomenclatura zoológica o botánica. En todo caso, las recomendaciones de una guía de tipo estratigráfico tendrían una validez dudosa en geología estructural u otros campos de las ciencias geológicas. Por otra parte, Marcos (2013) alude a las reglas ortográficas establecidas en 1999 por la Real Academia Española de la Lengua para la denominación en castellano de los nombres gallegos. Sin entrar en ello, la Ley autonómica 3/1983 establece en su artículo 10 que “los topónimos de Galicia tendrán como única forma oficial la gallega”, y este proceder se vio refrendado por sentencia del Tribunal Constitucional (BOE 159/1986, supl. pp. 32-34). Por todo ello, en nuestro trabajo optamos por mantener la denominación Falla de Viveiro, además de otros topónimos gallegos utilizados aquí (Ouro, Vilaoudriz, Courel, etc.).

La consideración hacia el interés científico de la geología de Viveiro se mantuvo en el trabajo de Vidal Romaní y Yepes Temiño (2004, p. 75), quienes resaltaron la importancia de la ría y Falla de Viveiro, la segunda de las cuales “pone en contacto materiales que pertenecen a dos secuencias estratigráficas (*sic*) diferentes - La Formación Ollo de Sapo y el Manto de Mondoñedo y se considera el tránsito entre las Zonas II y III del Macizo Hercínico Ibérico”. Los mismos autores posicionaron erróneamente el Monte Silvarrosa (*sic*) en la margen oriental de la ría de Viveiro, al confundirlo con el monte Penedo, y situar a la Ermita de San Roque en la media ladera del mismo. Dicha confusión podría provenir, inicialmente, del trabajo de Lucas Domínguez y Lahuerta Mouriño (1992, p. 86).



Figura 30. Monumento levantado frente a la Capilla de Nuestra Señora de la Misericordia (Viveiro), con uno de los baldes que pendían del cable aéreo al cargadero, y detalle de la placa conmemorativa.



Figura 31. Escombreras de la mina de A Silvarosa al noreste del barrio minero (arriba), y aspecto actual de las edificaciones mejor conservadas del mismo (debajo), entre las que destaca la capilla y algunas casas de trabajadores. La flecha indica el depósito de mineral ubicado junto a la antigua estación de ángulo para el cable aéreo, ya desaparecida. Comparar con las Figs. 14 y 20.

La belleza natural de los parajes de la ría, junto a la interesante morfología y evolución litoral, fueron destacados igualmente por Hernández Sampelayo (1914) y Lorenzo *et al.* (2003), entre otros. Los itinerarios propuestos por Lahuerta Mouriño y Lucas Domínguez (1990), o Lucas Domínguez y Lahuerta Mouriño (1992), destacaron también las posibilidades que, para la enseñanza y la divulgación de la Geología, tienen determinados puntos del entorno de Viveiro. No obstante, en ninguna de estas obras se testimonia el amplio e importante pasado minero de la localidad, ni la célebre mina de hierro ubicada en el monte de A Silvarosa.

Aunque el tiempo acabó por arruinar la mayor parte de las labores e instalaciones mineras, tras cesar su actividad hace casi medio siglo, la Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente rehabilitó parcialmente los muelles de carga de las minas de Vilaoudriz (construido en Ribadeo) y A Silvarosa (ubicado en A Ínsua), con el fin de proteger y brindar un uso nuevo al patrimonio industrial ubicado en el dominio marítimo-terrestre. En ambos casos se reconstruyeron en madera una parte de las vigas metálicas de carga que brindaban fisonomía a los *cargadoiros*, para transformarlos en miradores turísticos sobre sus rías respectivas.

Tras el proceso de rehabilitación, el cargadero de las minas de Viveiro fue reconvertido en el “Parque Etnográfico da Ínsua”, de libre acceso a todo tipo de público (Figs. 27-29), que fue inaugurado el 1 de julio de 2002 por el entonces ministro (y hoy convicto) Jaime Matas Palop. La rehabilitación consistió, en primer lugar, en consolidar los antiguos depósitos de mineral, con sus tolvas y pasillos cubiertos. Por encima de ellos se reedificó (en versión moderna) la galería de carga en la que desembocaba el cable aéreo que venía de la estación de A Silvarosa, así como el murete de separación entre dos de los depósitos. Igualmente se aprovechó la estructura más septentrional para recon-

vertirla en un auditorio al aire libre. A medio camino entre el puente de carga superior y la que fuera gran viga metálica armada, dotada de vertedera telescópica, se conservan los anclajes de dos de los caballetes metálicos que fijaban las vigas (Fig. 28/inferior derecha), sobre las que se suspendían los baldes que llevaban el mineral hasta los barcos cargueros. Desde allí parten unas escaleras que descienden al puente de carga inferior. Éste se dispone entre dos estribos originales, sin alcanzar la construcción en piedra sobre el islote de San Juan, en donde en su día se apoyaba la gran viga tendida hacia el caladero de los barcos (Figs. 31-32). La estructura donde se ubica el mirador actual, es de diseño enteramente nuevo y no respeta ni la fisonomía ni la orientación exacta del puente de carga original. Aún así, brinda espléndidas vistas sobre la ría y el vecino islote de San Juan, además de dar acceso a las escaleras de piedra tallada que descienden al mar desde el segundo estribo, lo que permite apreciar los detalles constructivos de este sector distal bajo otra perspectiva (Fig. 27). El ajardinamiento del entorno y las infraestructuras de acceso para el tráfico rodado o pedestre, convierten al conjunto en un lugar bello y agradable, aunque se advierten problemas de mantenimiento.

Desde el punto de vista patrimonial, el Parque Etnográfico da Ínsua consta con el nº 1 en la relación que ofrece el Mapa de Patrimonio Minero de Galicia (Ferreiro Arias *et al.*, 2012), y corresponde a la ficha nº 2001 del Inventario del Patrimonio Minero de Galicia y la memoria final del proyecto ATLANTERRA (Ferreiro Arias, 2013a, 2013b). Su importancia e interés fue valorado como “Medio” debido a la escasa proporción de elementos originales, restringidos prácticamente a los depósitos y tolvas de mineral, más los estribos de piedra de las galerías de carga inferior y superior. La promoción turística de Viveiro clasifica el lugar entre las “visitas de interés natural” o las “vistas panorámicas” del concejo, junto a los montes de San Roque, Faro y

Castelo, pero de un modo separado a los más de una decena de “lugares de interés histórico y monumental” (siglos X a XX) que incluyen dos Monumentos y un Conjunto Histórico-Artístico nacionales. De hecho, en los folletos turísticos se suele ilustrar el “Área Etnográfica da Ínsua” sin relación, o con escasas referencias, al pasado minero del concejo. Los postes de interpretación enclavados en el complejo de A Ínsua (Fig. 29) brindan una información muy parca, con la sola alusión al “cargadero del mineral de A Silvarosa, 1899” en uno de los paneles metálicos. Las referencias del enclave como patrimonio natural se deben a su pertenencia al LIC “Costa da Mariña Occidental”, de la red NATURA 2000 de conservación de espacios naturales.

El otro gran elemento del patrimonio minero de Viveiro son las propias minas de A Silvarosa (que se prolongan en el barranco de Choupín), inventariadas con el número 3 en el Mapa de Patrimonio Minero de Galicia (Ferrero Arias *et al.*, 2012), y en la ficha nº 8001 (A Silvarosa) de la base de datos sobre Patrimonio Minero de Galicia (Ferrero Arias, 2013a). En ambos casos se consiguen las labores de cielo abierto y subterráneas (1898-1965), así como los restos de la instalación de carga para el cable aéreo y el barrio minero. Su valor patrimonial es “Medio”, en tanto no se materialicen acciones para su rehabilitación y acondicionamiento, actualmente en régimen de “visita libre con precaución”. Desde el punto de vista turístico, el concejo de Viveiro informa de la existencia de una ruta pedestre que circunda las minas (www.viveiro.es/silvarosa.asp, iniciada en 1996), pero que carece de cualquier elemento de señalización o guía. Algunas páginas web privadas han convertido el mismo itinerario en un objetivo cicloturista, del que se ofrecen mapas bastante precisos (por ejemplo www.wikiloc.com/wikiloc/view.do?id=20147), pero con advertencias de la peligrosidad que supone acercarse o tratar de adentrarse en las explotaciones.

En 1999, y como parte de un programa oficial de seguridad en minas abandonadas, la Xunta de Galicia abordó el vallado del cielo abierto de A Silvarosa y el sellado de las bocaminas ubicadas en el lugar, así como en el barranco de Choupín. Sin un mantenimiento posterior de las actuaciones realizadas, parte del alambrado periférico se degradó y ya no cumple su función; algunas bocaminas se hallan abiertas porque en su momento no llegaron a localizarse, y el tapiado de otras se derrumbó o fue vandalizado hace años. Los desmontes y las galerías mineras mantienen una peligrosidad elevada ante el riesgo de desprendimientos o por la existencia de pozos de ventilación abiertos al exterior, que no fueron cegados y se hallan sin señalizar, además de los pocillos verticales y planos inclinados situados dentro de las galerías.

Desde el punto de vista municipal, la única referencia fehaciente al pasado minero de Viveiro, además de la parca promoción del Área Etnográfica da Ínsua y la ruta senderista de A Silvarosa, es un monumento urbano (Fig. 30) ubicado en la rotonda frente a la capilla de la Misericordia, en la ribera oeste de la ría. Allí se expone uno de los baldes que pendieron del cable

aéreo, colmado de mineral magnético masivo, con una placa “en recuerdo de todos los mineros y mineras que trabajaron en A Silvarosa (Viveiro) 1889-1966”.

En un intento de reivindicar el patrimonio minero de Viveiro, y de recuperarlo como un nuevo atractivo turístico-cultural para el concejo, diversos particulares promueven desde el año 2006 una marcha pedestre a las minas de A Silvarosa, cuyo fin esencial es la concienciación pública sobre el deterioro y riesgo de desaparición de las instalaciones. Según las informaciones publicadas por los medios de comunicación, la iniciativa corre a cargo, desde el año 2011, de la Asociación Cultural e Deportiva Minas da Silvarosa, que tuvo su precedente en la Comisión Marcha Minas da Silvarosa y Memoria Histórica Democrática (2009). Esta asociación reivindica la mejora y puesta en valor de la antigua mina de hierro, lo que incluye la recuperación de caminos, bocaminas y vistas panorámicas sobre las instalaciones, hoy en día totalmente abandonadas y ocultas por la maleza o tras bosques de repoblación. También pretende aclarar la propiedad de las minas y proyectan inaugurar un primer centro etnográfico en su sede (la antigua escuela de Vieiro), para lo cual atesoran herramientas originales y decenas de imágenes de la explotación, manteniendo el contacto con los últimos mineros vivos o sus familiares.

La memoria de las minas de Viveiro pervive igualmente en la actividad de otras entidades como la Asociación Cultural Xuvenil San Cibrao de Viveiro y la Asociación Galega do Patrimonio Industrial / Buxa, que mantienen páginas en internet sobre las minas de A Silvarosa.

De todos modos, el hecho constatable es que el patrimonio minero de Viveiro se halla, hoy día, absolutamente desprotegido e infravalorado a nivel oficial, pero aún así mantiene un potencial enorme como recurso turístico-cultural, en un concejo de por sí rico en atractivos históricos y paisajísticos, que cimentan buena parte de su imagen próspera y distinguida. La posibilidad de crear un parque temático minero podría salvar el entorno de A Silvarosa, cuyo proyecto parece haberse interrumpido varias veces por cambios registrados en el equipo de gobierno municipal. A través de lo trascendido públicamente, se trataría de desarrollar un recorrido industrial y cultural, rehabilitar instalaciones ocultas por la vegetación, e incluso considerar la posibilidad de reabrir partes de la mina tras el correspondiente estudio de seguridad minera y viabilidad económica. Aparte de los espectaculares huecos mineros, las escombreras y cargaderos de mineral, gran parte del barrio minero de 1906 se mantiene en un estado de conservación aceptable (Fig. 31).

La tarea de recuperación y puesta en valor del patrimonio minero de Viveiro requiere ineludiblemente del compromiso de cuantos entes oficiales tengan competencias en la materia. De no adoptarse pronto alguna iniciativa para salvar los vestigios mineros que aún perduran, es seguro que sucederá lo que, con resignación, vaticinaba por escrito el ingeniero Niño de Olaiz (2001, p. 36): “La minería del hierro en Galicia (...) es también

(...) historia pura, pues dentro de unos años no quedará de ella ni siquiera la memoria nostálgica de los últimos viejos que la vivimos con más o menos intensidad”.

Por fortuna estos negros augurios que pesan sobre Viveiro no son extensibles a toda la minería de hierro de A Mariña lucense, pues hay municipios que, disponiendo de un patrimonio histórico-artístico escaso o poco significado, han sabido reconvertir, con un éxito notable, su pasado minero en fuente de atractivo cultural. Nos referimos a las minas de Vilaoudriz (A Pontenova), donde se han recuperado los magníficos hornos de cuba para la calcinación, la estación y los depósitos de mineral (Correa y Fernández de Carrascosa, 1989a, 1989b; Arbizu *et al.*, 1998). De la rehabilitación del trazado del antiguo ferrocarril minero a Ribadeo, que parte de la localidad (Correa y Fernández de Carrascosa, 2009; Ramos Martínez y Álvarez-Campana Gallo, 2009), surgió una vía verde o senda ecoturística de enorme aceptación. Por su parte, el antiguo cargadero de mineral de hierro de las minas de Vilaoudriz, ubicado en la ría de Ribadeo, fue también recuperado por las autoridades marítimas nacionales de un modo parecido al del cargadero de A Ínsua: el correspondiente “Parque Etnográfico de O Cargadeiro” fue inaugurado el 1 de abril de 1998, bajo los auspicios del Plan Nacional de Costas.

En cuanto a los aspectos relativos al restante patrimonio industrial (no minero) de Viveiro, es preciso destacar que la localidad cobró fama en toda España por albergar la llamada Fábrica de Chavín (Díaz Martínez y Galdo, 2005; Lage Marco, 2005). A partir de 1919 ésta se convirtió, después de la Hispano Suiza, en el segundo fabricante español de automóviles, gozando de la representación exclusiva de la firma francesa DeDion-Bouton para Galicia, Asturias y León. La factoría continuó con la labor emprendida por el vivariense José Barro González, quien en la década de 1890 ya compartía intereses mineros en A Silvarosa, tras haber fundado en 1895 un gran taller mecánico (Barro y Compañía, disuelta en 1907), movido por la electricidad de una gran turbina hidráulica instalada a orillas del río Landro. La empresa de Chavín fabricaba componentes y repuestos de motores, entre ellos para los automóviles y camiones de la marca antedicha. La fábrica continuó operativa hasta 1977, gracias a que su división carrocería se especializó en la construcción de carrocerías para autocares de lujo, con gran actividad entre los años 40 y 70 del siglo pasado (Lage Marco, 2005).

AGRADECIMIENTOS

A Carlos Alonso (Universidad Complutense de Madrid) por el tratamiento infográfico de las fotografías y esquemas; a Carmen Marchán Sanz (Área de Patrimonio Geológico y Minero, IGME), por la consulta de la base de datos del proyecto Atlanterra; y, finalmente, a los Dres. Ángel Ferrero Arias (IGME, Santiago de Compostela) y José Ramón Martínez Catalán (Universidad de Salamanca), por la lectura crítica del manuscrito y las mejoras introducidas. El presente trabajo es una contribu-

ción al proyecto CGL2012-39471 del Ministerio de Economía y Competitividad.

BIBLIOGRAFÍA

Nota: todas las publicaciones del IGME (memorias, boletines, mapas, etc.), así como los informes mineros citados a continuación (con número de documento) y ciertas publicaciones periódicas (*Revista Minera*, *Estadística Minera de España*...), pueden ser descargados gratuitamente en www.igme.es. La Cámara Oficial Mineira de Galicia brinda acceso abierto a diversas obras facsimilares de su primer presidente Ramón del Cueto y Noval, así como del ilustrado precursor José Andrés Cornide Saavedra y Folgüeira (ver www.camaraminera.org). Otras publicaciones periódicas de la Sociedad Geológica de España, la Sociedad Española de Paleontología y la Real Sociedad Española de Historia Natural, así como diversas revistas científicas (por ejemplo *Acta Geologica Hispanica/Geologica Acta* o *Trabajos de Geología*) están disponibles, también en forma libre, en sus páginas de internet respectivas.

- Aleman, J. 1950. Lugo. En: *Estadística Minera y Metalúrgica de España. Año 1949*. Consejo de Minería, Madrid, 339-349.
- Arbizu, M., Méndez-Bedia, I., Rábano, I. & Truyols, J. 1998. Explotación minera de los hierros de Villadrid-A Pontenova (Lugo, NO de España). *Geogaceta*, 23, 11-13.
- Arce Duarte, J.M. & Fernández Tomás, J. 1976. *Mapa y memoria explicativa de la Hoja nº 8 (Vivero) del Mapa Geológico de España E. 1:50.000 (2ª serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 45 pp.
- Arce Duarte, J.M., Fernández Tomás, J. & Monteserín López, V. 1977. *Mapa y memoria explicativa de la Hoja nº 2 (Cillero) del Mapa Geológico de España E. 1:50.000 (2ª serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 47 pp.
- Armengot, J., La Torre, F., Alberdi, T. & Asensio, B. 1975. *Estudio de los yacimientos de mineral de hierro del Noroeste de España. Volumen II: Estudio geológico de la zona*. Informe Interno ENADIMSA-INI, Madrid, 205 pp. (inéd.) [El informe se completa con los volúmenes I (*Estudio económico*) y III (*Tratamiento y concentración de carbonatos de hierro*). La cartografía del trabajo fue parcialmente refundida, con la del V Plan Nacional de Investigación Minera (Sierra López, J., Ortiz Ramos, A. y Burkhalter Anel, J., tomo 7), en el Mapa Metalogenético de España a escala 1:200.000 (IGME, 1975a)].
- Barros Lorenzo, J.C. 1989. Nuevos datos geológicos y cartográficos sobre el flanco sur del Sinclinal de Truchas (Ourense-León, NW de España). *Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 14, 93-116.
- Bastida, F., Marcos, A., Marquínez, A., Martínez-Catalán, J.R., Pérez-Estaún, A. & Pulgar, J.A. 1984. *Mapa y Memoria explicativa de la Hoja nº 1 (La Coruña) del Mapa Geológico de España E. 1:200.000*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 155 pp.
- Bastida, F., Aller, J. & Fernández Viejo, G. 1993. The structure of the Ollo de Sapo antiform in the Cantabrian coast (NW Spain). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 6, 93-103.
- Becerril, J.M.F. 1963. Estudio de concentración de los minerales de hierro de Vivero (Lugo). *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 69, 207-214.
- Bergström, S.M., Chen, X., Gutiérrez-Marco, J.C. & Dronov, A.V. 2009. The new chronostratigraphic classification of the Ordovician System and its relations to major regional series and stages and $\delta^{13}\text{C}$ chemostratigraphy. *Lethaia*, 42, 97-107.
- Bernárdez, E. & Gutiérrez-Marco, J.C. 2009. Primer hallazgo de graptolitos oretanienses (Ordovícico Medio) en el cabo

- Vidrias (Asturias, extremo noroccidental de la Zona Cantábrica). *Geogaceta*, 47, 5-8.
- Calderón, S. 1910. *Los minerales de España*. Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, Madrid, 2 vols., 416 + 561 pp.
- Calvo Rebollar, M. 2009. *Minerales y Minas de España*. Vol. IV, Óxidos e hidróxidos. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Fundación Gómez Pardo, Madrid, 751 pp.
- Carmona Badía, J. 1999. Sargadelos en la historia de la siderurgia española. *Revista de Historia Industrial*, 3, 11-40.
- Carmona Badía, J. & Nadal Oller, J. 2005. *El empeño industrial de Galicia. 250 años de historia, 1750-2000*. Fundación Pedro Barrié de la Maza, A Coruña, 444 pp.
- Casariégio, J.E. 1974. *El Marqués de Sargadelos o los comienzos del industrialismo capitalista en España* (Segunda edición). Instituto de Estudios Asturianos, Oviedo, 301 pp. [+ Facsímil de 2001, publicado por el Real Instituto de Estudios Asturianos].
- Chao Espina, E. 1976. *Libro y guía de Viveiro*. Ayuntamiento de Viveiro, 223 pp.
- Cornide, J. 1783. Informe dado al intendente general del reino de Galicia sobre minas. Publicado en 1852 en: *Revista Jurídica y Administrativa de Galicia*, 16, 144-160. El texto es idéntico al de un manuscrito titulado *Memoria sobre las Minas de Galicia y otras producciones del reino mineral, dirigida al Sr. D. Miguel Brañuelos, su Intendente General*, firmado en Mondego el 28 de agosto de 1783. El original pertenece a la Real Academia de la Historia, Madrid (refª 9-3909-nº 1), y existe edición facsimilar bilingüe (español-gallego), con estudio introductorio, publicada por la Cámara Oficial Mineira de Galicia (A Coruña 2006, 67 pp).
- Correa y Fernández de Carrascosa, M.T. 1989a. *Os fornos de Vilaodriz, Lugo*. Gráficas Bao, Lugo, 17 pp.
- Correa y Fernández de Carrascosa, M.T. 1989b. *Las minas de Vilaodriz*. Concello de A Pontenova, Lugo, 24 pp.
- Correa y Fernández de Carrascosa, M.T. 2009. *La Chocolatera, un ferrocarril minero*. Concello de A Pontenova, Lugo, 31 pp.
- Crimes, T.P., Marcos, A. & Pérez-Estaún, A. 1974. Upper Ordovician turbidites in Western Asturias: a facies analysis with particular reference to vertical and lateral variations. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 15, 169-184.
- Cueto, R. del. 1918. Los minerales de hierro en Galicia. *Boletín Oficial de Minas y Metalurgia*, 2 (9), 63-65.
- Cueto, R. del. 1922. *Impresiones sobre la minería en Galicia*. Consejo Provincial de Fomento, Imprenta Artística, La Coruña, 73 pp.
- Cueto, R. del. 1925. Lugo. En: *Estadística Minera de España. Año 1924*. Consejo de Minería, Madrid, 505-513.
- Cueto y Noval, R. del. 1928. *La minería de la región gallega*. Cámara Oficial Minera de Galicia, La Coruña, 144 pp.
- Cueto, R. del & Irmo, A.M. de. 1910. *La minería en Galicia (Lugo y La Coruña)*. Consejo Provincial de Industria y Comercio de La Coruña, Imprenta de F. García Ybarra, La Coruña, 137 pp. [Facsímil 2006 de la Cámara Oficial Mineira de Galicia, A Coruña].
- De la Baña, E.A. 1940. Lugo. En: *Estadística Minera de España. Año 1935*. Consejo de Minería, Madrid, 373-374.
- Díaz Morlán, P. 1998. *Horacio Echevarrieta 1870-1963. El capitalista republicano*. LID Editorial Empresarial, Madrid, 432 pp.
- Díaz Martínez, C. & Galdo, F. 2005. *A memoria de Viveiro*. Edicións Xerais de Galicia, Vigo, 91 pp.
- Donapetry Iribarnegaray, J. 1953. *Historia de Viveiro y su Concejo*. Edición facsímil 1991, Diputación Provincial de Lugo, Lugo, 502 pp.
- Duque Lucas, L.C., Elizaga Muñoz, E. & Vidal Romani, J.R. 1983. *Puntos de Interés Geológico de Galicia*. IGME, 103 pp.
- Eleicegui, A. 1908. Lugo. En: *Estadística Minera de España. Año 1907*. Consejo de Minería, Madrid, 309-315.
- Eleicegui, A. 1909a. La Minería en el Distrito de Coruña-Lugo. *Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería*, 60, 520-523 y 533-535.
- Eleicegui, A. 1909b. Mineral de hierro en la provincia de Lugo. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 9, 336-340. [Firmado como A. Eleizegui Ituarte].
- Eleicegui, A. 1910. Lugo. En: *Estadística Minera de España. Año 1908*. Consejo de Minería, Madrid, 480-485.
- Fernández, A., Chauvel, J.J. & Moro, M.C. 1998. Comparative study of the Lower Ordovician ironstones of the Iberian Massif (Zamora, Spain) and of the Armorican Massif (Central Brittany, France). *Journal of Sedimentary Research*, 68, 53-62.
- Fernández García, J. 1996. Sobre el origen de la falla de Viveiro y su evolución respecto al Macizo Hercínico (Prov. de Lugo). *Geogaceta*, 20, 782-785.
- Fernández Navarro, L. 1925. Mineralogía. En: *Historia Natural. Vida de los animales, de las plantas y de la Tierra*. Tomo IV, *Geología* (segunda edición de 1957). Instituto Gallach de Librería y Ediciones, Barcelona, 65-236.
- Ferrero Arias, A. 2013a. Fichas nº 2001 (A Insua) y 8001 (A Silvarosa) de la Base de datos "Inventario del Patrimonio Minero de Galicia". Proyecto Atlanterra 2010-2013, Área de Patrimonio Geológico y Minero. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- Ferrero Arias, A. 2013b. Hierro. En: *El Patrimonio Minero de Galicia. Su localización y valoración preliminar*. Memoria final del proyecto Green Mines/Atlanterra. Instituto Geológico y Minero de España (inédito), 691-897.
- Ferrero Arias, A., Sánchez Rodríguez, A., Marchán Sanz, C., Díaz Martínez, E. & García Cortés, A. 2012. *Mapa de Patrimonio Minero de Galicia*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- Ferrero Arias, A., Marchán Sanz, C. & Sánchez Rodríguez, A. 2013. *Atlanterra*, un proyecto transnacional para impulsar la puesta en valor del patrimonio minero de Galicia. *Tierra y Tecnología*, 44, 28-42.
- Franceschelli, M., Puxeddu, M. & Carta, M. 2000. Mineralogy and geochemistry of Late Ordovician phosphate-bearing oolitic ironstones from NW Sardinia, Italy. *Mineralogy and Petrology*, 69, 267-293.
- Galán Huertos, E. & Mirete Mayo, S. 1979. *Introducción a los minerales de España*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 420 pp.
- García-Ramos, J.C., Suárez de Centi, C., Paniagua, A. & Valenzuela, M. 1987. Los depósitos de hierro oolítico de Asturias y León: ambiente de depósito y relación con el vulcanismo. *Geogaceta*, 2, 38-40.
- González Lodeiro, F., Hernández Urroz, J., Klein, E., Martínez Catalán, J.R. & Pablo Maciá, J.G. de. 1976. *Mapa y memoria explicativa de la Hoja nº 8 (Lugo) del Mapa Geológico de España E. 1:200.000*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 122 pp.
- González Pérez, C. 1994. *A produción tradicional do ferro en Galicia. As grandes ferrerías da provincia de Lugo*. Servicio de publicacións da Deputación Provincial de Lugo, 266 pp.
- Gutiérrez-Marco, J.C. & Štorch, P. 1997. Graptolitos silúricos del sinclinal de Castrillo (Zona Asturoccidental-leonesa, NO

- de España): revisión del yacimiento descubierto por Casiano de Prado en 1855. *Geogaceta*, 22, 89-92.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Lunar, R. & Amorós, J.L. 1984. Los depósitos de hierro oolítico en el Ordovícico de España. Significado paleogeográfico. *I Congreso Español de Geología* (Segovia), 2, 501-525.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Aramburu, C., Arbizu, M., Méndez-Bedia, I., Rábano, I., Truyols, J. & Villas, E. 1997. Caracterización estratigráfica del Ordovícico Superior en el Manto de Mondoñedo (Zona Asturoccidental-leonesa, NO de España): primeras dataciones paleontológicas y correlación. En: Granda d'Anglade, A., Gutiérrez-Marco, J.C. & Santos Fidalgo, L. (eds.), *Comunicaciones XIII Jornadas de Paleontología y V Reunión Internacional PIGC 351*, A Coruña, 33-37.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Aramburu, C., Arbizu, M., Bernárdez, E., Hacar Rodríguez, M.P., Méndez-Bedia, I., Montesinos López, R., Rábano, I., Truyols, J. & Villas, E. 1999. Revisión bioestratigráfica de las pizarras del Ordovícico Medio en el noroeste de España (Zonas Cantábrica, Asturoccidental-leonesa y Centroibérica septentrional). *Acta Geologica Hispanica*, 34, 3-87.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Sarmiento, G.N., Robardet, M., Rábano, I. & Vanek, J. 2001. Upper Silurian fossils of Bohemian type from NW Spain and their palaeogeographical interest. *Journal of the Czech Geological Society*, 46, 247-258.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Robardet, M., Rábano, I., Sarmiento, G.N., San José Lancha, M.A., Herranz Araújo, P. & Pieren Pidal, A.P. 2002. Ordovician. En: Gibbons, W. & Moreno, T. (eds.), *The Geology of Spain*. The Geological Society, London, 31-49.
- Hallam A. & Bradshaw, M.J. 1979. Bituminous shales and oolitic ironstones as indicators of transgressions and regressions. *Journal of the Geological Society*, London, 136, 157-164.
- Hacar Rodríguez, M.P. & Gutiérrez-Marco, J.C. 2003. Discusión del artículo "Características estratigráficas y estructurales del margen noroccidental del Sinclínorio de Truchas: Geología aplicada a la prospección y explotación de pizarras para techar", por F.J. Fernández (*Rev. Soc. Geol. España* 14, 161-173; 2001). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 16, 111-116.
- Hernández Sampelayo, P. 1914. Estudio geológico de la costa de la provincia de Lugo. *Boletín del Instituto Geológico de España*, 34 (de 2013), 81-171.
- Hernández Sampelayo, P. 1915. Fósiles de Galicia. Nota sobre la fauna paleozoica de la provincia de Lugo. *Boletín del Instituto Geológico de España*, 36, 277-303.
- Hernández Sampelayo, P. 1922. Criaderos de Hierro de España. Tomo IV: Hierros de Galicia (volumen 1). *Memorias del Instituto Geológico de España*, 30, 1-483.
- Hernández Sampelayo, P. 1931. Criaderos de Hierro de España. Tomo IV: Hierros de Galicia (volumen 2). *Memorias del Instituto Geológico y Minero de España*, 37, 1-561.
- Hernández Sampelayo, P. 1934. *Geología gallega* (Discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid). Gráficas Reunidas, Madrid, 48 pp. [Publicado también en *Revista de Minería, Metalurgia y de Ingeniería*, 85, 577-580 (1934); 86, 5-8 y 14-17 (1935)].
- Hernández Sampelayo, P. 1935. Criaderos de Hierro de España. Tomo IV: Hierros de Galicia (volumen 3). *Memorias del Instituto Geológico y Minero de España*, 42, 1-373 (fascículo 1) y 374-769 (fascículo 2).
- Hernández-Sampelayo, P. 1951. Condiciones más generales de los criaderos de hierro paleozoico (NO. de España). En: *Instituto del Hierro y del Acero, II Asamblea General*. Patronato Juan de la Cierva de Investigación Científica y Técnica, Madrid, Madrid, 1-6.
- Hurlbut, C.S, jr. 1973. *Manual de Mineralogía de Dana*. Segunda Edición española. Editorial Reverté, Barcelona, 653 pp. [Traducción y contribución a los minerales de España por G. Martín Guzmán].
- Hurlbut, C.S, jr. & Klein, C. 1992. *Manual de Mineralogía de Dana*. Tercera Edición española. Editorial Reverté, Barcelona, 564 pp. [Traducción y contribución a los minerales de España por J. Aguilar Peris].
- IGME. 1964. *Plan de investigación de los minerales de hierro del noroeste de España*. Informe Interno ejecutado por ENADIMSA. Documento nº 10013 del Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 14 pp.+ 2 planos.
- IGME. 1970a. *Plan Nacional de Investigación Minera. Estudio monográfico del sector prioritario "Mineral de hierro"*. Informe Interno ejecutado por TECNIDESA. Documento nº 10534 del Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 175 pp.
- IGME. 1970b. *Plan Sectorial del Hierro. Estudio y programa de investigación de la Zona del Noroeste*. Informe Interno ejecutado por ENADIMSA. Documento nº 10023 del Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. Vol. 1, 194 pp.; Vol. 2, 391 pp.; Anexo 1, 22 pp. y planos; Anexo 2, 6 pp. y planos; Anexo 3, 11 pp. y planos.
- IGME. 1972a. *Mapa Metalogenético de España E. 1:1.500.000. Mapa previsor de mineralizaciones de Hierro*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 31 pp.
- IGME. 1972b. *Programa Sectorial del Hierro, Subsector Noroeste. Fase previa*. Informe Interno ejecutado por ENADIMSA. Documento nº 10211 del Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. Vol. 1, Descripción geológica de la Reserva de Hierros del Noroeste de España (Memoria 28 pp. y 7 planos, por P. Lizaur Otero); Vol. 2, Recopilación de datos mineros (Memoria 172 pp. y 15 planos, por F. Bodega Barahona y P.L. Lizaur Otero); Vol. 3, Confección del mapa de concesiones (texto 83 pp. y 10 planos); Vol. 4, Confección del mapa de indicios minerales (texto 4 pp. + plano, por P. Lizaur Otero).
- IGME. 1973. *Estudio aeromagnético en las regiones de Muras y Fonsagrada-Ponferrada. Hierro. Provincias de Lugo y León*. Informe Interno ejecutado por la Compañía General de Geofísica. Documento nº 10026 del Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. 21 pp.
- IGME. 1974a. *Investigación geofísica en Muras-Villalba (Lugo). Programa Sectorial de Exploración de Hierro, Subsector III Noroeste*. Informe Interno ejecutado por ENADIMSA (F. Latorre Villamil, D. Cejuela Gil, M. Menchero Sánchez y A. Martínez López). Documento nº 40121 del Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. 12 pp.+ 6 planos.
- IGME. 1974b. *Reconocimiento minero previo de selección de las anomalías magnéticas en el subsector III, zona de "Muras-Villalba"*. Memoria del Programa Sectorial de Exploración de Hierro (Plan Nacional de la Minería. Programa Nacional de Investigación Minera). Informe Interno ejecutado por ENADIMSA. Documento nº 10025 del Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. 179 pp. [Falta el anexo de planos y perfiles de sondeos].
- IGME. 1975a. *Hoja nº 1 (La Coruña) del Mapa Metalogenético de España E. 1:200.000*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 22 pp.
- IGME. 1975b. *Estudio para el aprovechamiento óptimo (revalorización) de los minerales de hierro del N.O. de España*. Plan Nacional de la Minería, Programa Nacional de Investigación Minera. Informe Interno ejecutado por Fraser Española S.A. Documento nº 10054_1-7 del Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. Vol. 1, Memoria, 56 pp.; Vol. 2, Proyecto de investigación minera inicial en la región noroeste-

- te durante 1976-1979, 80 pp.; Vol. 3, 93 pp.; Vol. 4, Planificación de la investigación adicional necesaria en el NO. español, 21 pp.; Vol. 5, Actualización del estudio de viabilidad de la planta de peletización de minerales fosforosos del noroeste, 23 pp.; Vol. 6, Resumen sobre el conocimiento actual de los yacimientos fosforosos del noroeste, 22 pp.; Vol. 7, Estudio del mercado potencial de los minerales de hierro obtenibles a partir de minerales fosforosos del noroeste, 22 pp.
- IGME. 1979. *Síntesis de las investigaciones geológico-mineras del hierro realizadas por el IGME*. Documento nº 00569 del Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. 267 pp.
- IGME. 1980. *Inventario nacional de recursos de hierro en la mitad septentrional de España*. Informe Interno ejecutado por la Compañía General de Sondeos S.A. Documento nº 10679 del Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. 246 pp.
- IGME. 1982. *Mapa Minero-Metalogénico de Galicia E. 1:400.000*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 167 pp.
- IGME. 1988. *Mapa Minero de España E. 1:1.000.000*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 120 pp.
- Kim, Y. & Lee, Y.I. 2000. Ironstones and green marine clays in the Dongjeom Formation (Early Ordovician) of Korea. *Sedimentary Geology*, 130, 65-80.
- Kimberley, M.M. 1994. Debate about ironstone: has solute supply been surficial weathering, hydrothermal convection, or exhalation of deep fluids?. *Terra Nova*, 6, 116-132.
- Klein, C. & Hurlbut, C.S., jr. 2011. *Manual de Mineralogía. Basado en la obra de J.D. Dana*. Cuarta Edición española. Editorial Reverté, Barcelona, 2 vols., 679 pp. [Traducción y contribución a los minerales de España por J. Aguilar Peris].
- Lage Marco, M. 2005. *Historia de la industria española de automoción. Empresas y personajes*. Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil, Madrid, 369 pp.
- Lahuerta Mouriño, F. & Lucas Domínguez, N. 1990. *Itinerario xeolóxico no Norte de Galicia*. Diputación de Lugo, 91 pp.
- Lanaja del Busto, J.M. & Teixeira Fernández, J.M. 2004. Minerales de Galicia. En: Nuche del Rivero, R. (ed.), *Patrimonio Geológico de Galicia*. ENRESA, Madrid, 414-441.
- Lara Coira, M. 2010. La minería y el patrimonio minero en Galicia. *Tierra y Tecnología*, 36, 65-76.
- López-Sánchez, M.A. 2007. Estudio geológico de la falla de Vivero y estructuras asociadas en la región de Guntín (Lugo, NO de la Península Ibérica). *Trabajos de Geología*, Universidad de Oviedo, 27, 97-157.
- Lorenzo, F., Alonso, F. & Pagés, J.L. 2003. Evolución y erosión comparada de tres sistemas playa/flecha en las Rías de Ortigueira, O Barqueiro y Viveiro (Galicia, España). *Revista Cuaternario y Geomorfología*, 17, 75-89.
- Lucas Domínguez, N. & Lahuerta Mouriño, F. 1992. Geología de la Mariña lucense: la rasa costera. En: Brañas Pérez, M.P. & González Adán, M.C. (eds.), *Itinerarios didácticos por la geología gallega*. VII Simposio de Enseñanza de la Geología. Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Santiago de Compostela, 77-90.
- Lunar Hernández, R. 1975. Estudio de los yacimientos de hierro del noroeste de la Península. Avance de las características geológicas y mineralógicas. *Tecniterrae*, 7, 14-23.
- Lunar Hernández, R. 1977. Mineralogénesis de los yacimientos de hierro del Noroeste de la Península. *Memorias del Instituto Geológico y Minero de España*, 90, 1-211.
- Lunar Hernández, R. 1979. Metalogenia y geología de las mineralizaciones de hierro oolítico del N.W. de la Península. En: *I Reunión de Mineralogía y Metalogenia del Hierro*. Instituto Geológico y Minero de España, Temas Geológico-Mineros, 3, 119-137.
- Lunar Hernández, R. 1991. Yacimientos sedimentarios de hierro. En: Lunar, R. & Oyarzun, R. (eds.), *Yacimientos minerales*. Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, Madrid, 451-474.
- Lunar Hernández, R. 1992. Los yacimientos de hierro oolítico en el Ordovícico de España. En: García Guinea, J. & Martínez Frías, J. (coords.), *Recursos Minerales de España*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Colección Textos Universitarios, 15, 557-568.
- Lunar, R. & Amorós, J.L. 1979. Mineralogy of the oolitic iron deposits of the Ponferrada-Astorga Zone, Northwestern Spain. *Economic Geology*, 74, 751-762.
- Madoz, P. 1850. *Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus posesiones de ultramar*. Tomo XVI. Imprenta de D. Pascual Madoz, Madrid, 681 pp.
- Marcos, A. 1970. Sobre la presencia de un flysch del Ordovícico superior en el occidente de Asturias. *Breviora Geologica Asturica*, 14, 13-28.
- Marcos, A. 1973. Las series del Paleozoico inferior y la estructura herciniana del occidente de Asturias (NW de España). *Trabajos de Geología*, Universidad de Oviedo, 6, 1-113.
- Marcos, A. 2013. Un nuevo mapa geológico de la parte septentrional del Domo de Lugo (Galicia oriental, NO de España): implicaciones sobre la estratigrafía, estructura y evolución tectónica del Manto de Mondoñedo. *Trabajos de Geología*, Universidad de Oviedo, 33, 171-200.
- Martínez, F.J., Carreras, J., Arboleya, M.L. & Dietsch, C. 1996. Structural and metamorphic evidence of local extension along the Vivero fault coeval with bulk crustal shortening in the Variscan chain (NW Spain). *Journal of Structural Geology*, 18, 61-73.
- Martínez, F.J., Suárez, O. & Corretgé, L.G. 2004. Características generales del metamorfismo sinorogénico, Zona Asturoccidental-leonesa. En: Vera, J.A. (ed.), *Geología de España*. Sociedad Geológica de España e Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 55-58.
- Martínez Catalán, J.R. 1985. Estratigrafía y estructura del Domo de Lugo (Sector Oeste de la zona Asturoccidental-leonesa). *Corpus Geologicum Gallaeciae* [2], 2, 291 pp. [Facsímil de la tesis doctoral presentada en 1981 en la Universidad de Salamanca].
- Martínez Catalán, J.R. 2011. Are the oroclines of the Variscan belt related to late Variscan strike-slip tectonics?. *Terra Nova*, 23, 241-247.
- Martínez Catalán, J.R., Arenas, R. & Díez Balda, M.A. 2003. Large extensional structures developed during emplacement of a crystalline thrust sheet: the Mondoñedo nappe (Spain). *Journal of Structural Geology*, 25, 1815-1839.
- Martínez Catalán, J.R., Martínez Poyatos, D. & Bea, F. 2004. Zona Centroibérica: Introducción. En: Vera, J.A. (ed.), *Geología de España*. Sociedad Geológica de España e Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 68-69.
- Matte, P. 1968. La structure de la virgation hercynienne de Galice (Espagne). *Revue de Géologie Alpine*, 44, 152-270.
- Medenbach, O. & Sussieck-Fornefeld, C. 2005. *Minerales*. Guías de Naturaleza Blume, Barcelona, 287 pp.
- Mirre, J.C. 1990. *Guía dos minerais de Galicia*. Editorial Galaxia, Vigo, 194 pp.
- Mücke, A. & Farshad, F. 2005. Whole-rock mineralogical composition of Phanerozoic ooidal ironstones: Comparison and differentiation of types and subtypes. *Ore Geology Reviews*, 26, 227-262.
- Nespereira Iglesias, X. 1974. "Mineralogía" y "Minas". En:

- Cañada, S. (ed.), *Gran Enciclopedia Gallega*, tomo XXI. Santiago de Compostela, 59-67.
- Niño de Olaiz, J.L. 2001. Unas notas sobre la minería del hierro en Galicia. *Industria y Minería*, 343, 13-19 (parte I); 344, 34-36 (parte II).
- Nissen, H.-U. 1960. *Deformation und Kristallisation im nord-west-spanischen Küstengebirge bei Viveiro*. Dissertation Universität Münster, 316 pp. (inéd.). [Resumen actualizado en 2008 con el título "Deformation and cristallisation in the northwest Iberian basement near Viveiro -a summary". En: von Raumer, J.F. (ed.), *Franz Lotze (1903-1971). The doctoral theses of his students in Spain and Portugal*. Instituto Universitario de Xeoloxía Isidro Parga Pondal, O Castro, serie Nova Terra, 36, 91-96].
- Novo Güisán, J.M. & Martínez Arias, L.M. 2012. *Viveiro*. Libros Porta da Vila, Viveiro, 71 pp.
- Nuevo Cal, C. 2004. *Viveiro. Unha historia en fotografías 1888-1930*. Seminario de Estudos Terra de Viveiro, Lugo, 146 pp.
- Nuevo, C. 2014a. O valor das minas da Silvarosa e os seus ferros fosforosos desde 1841. O bum da minería em Viveiro da man de inversores vascos e alemáns. *La Voz de Galicia*, Edición A Mariña 28/9/2014. www.lavozdegacia.es/noticia/amarina/2014/09/28/valor-das-minas-da-silvarosa-os-seus-ferros-fosforosos-1841/0003_201409X28C4997.htm
- Nuevo, C. 2014b. Da primeira folga obreira da Mariña á inauguración em decembro de 1899. *La Voz de Galicia*, Ed. A Mariña 28/9/2014. www.lavozdegacia.es/noticia/amarina/2014/09/28/da-primeira-folga-obreira-da-marina-a-inauguracion-decembro-1899/0003_201409X28C4991.htm
- Oliver, M. 1940. Lugo. En: *Estadística Minera de España. Años 1936-1938*. Consejo de Minería, Madrid, 735-736.
- Oliver, M. 1942. Lugo. En: *Estadística Minera y Metalúrgica de España. Año 1939*. Consejo de Minería, Madrid, 339-341.
- Parga Pondal, I. 1958. Las posibilidades mineras de Galicia. *Revista de Economía de Galicia*, 3-4, 8-10.
- Parga-Pondal, I., Matte, P. & Capdevila, R. 1964. Introduction à la géologie de l'"Ollo de Sapo". Formation porphyroïde antésilurienne du Nord Ouest de l'Espagne. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 76, 119-154.
- Parga-Pondal, I., Matte, P., Capdevila, R., Parga, J.R. & Teixeira, C. 1967. *Carte géologique du nord-ouest de la Péninsule Ibérique (Hercynien et anté-Hercynien), au 1:200.000*. Direção Geral de Minas e Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- Pérez-Estaún, A. & Marcos, A. 1981. La Formación Agüeira en el sinclínorio de Vega de Espinareda: aproximación al modelo de sedimentación durante el Ordovícico superior en la zona Asturoccidental-leonesa (NW de España). *Trabajos de Geología*, Universidad de Oviedo, 11, 135-145.
- Petránek, J. 1991. Ordovician oolitic ironstones and their source of iron. *Bulletin of the Geological Survey*, Prague, 66, 321-327.
- Petránek, J. & Van Houten, F.B. 1997. Phanerozoic ooidal ironstones. *Czech Geological Survey Special Papers*, 7, 1-71.
- Pufahl, P.K. 2010. Bioelemental Sediments. En: James, N.P. & Dalrymple, R.W. (eds.), *Facies Models 4*. Geological Association of Canada, GÉOtext 6, 475-501.
- Ramos Martínez, A. & Álvarez-Campana Gallo, J.M. 2009. La transformación del paisaje, desde el siglo XIX a la actualidad, de la industria minera del hierro en la provincia de Lugo. *V Congreso sobre la Conservación del Patrimonio Industrial y la Obra Pública*. INCUNA y TICCIH, Ferrol, 25-28.
- Robardet, M. & Gutiérrez-Marco, J.C. 2002. Silurian. En: Gibbons, W. & Moreno, T. (eds.), *The Geology of Spain*. The Geological Society, London, 51-66.
- Salis, M., Barrón, L., Figueras, J. & Charro, E. 1951. Estudio de algunos minerales españoles desde el punto de vista de su composición química. En: *Instituto del Hierro y del Acero, II Asamblea General*. Patronato Juan de la Cierva de Investigación Científica y Técnica, Madrid, Madrid, 6-9.
- Sarmiento, G.N., Gutiérrez-Marco, J.C. & Robardet, M. 1999. Conodonts ordovícicos del Noroeste de España. Aplicación al modelo de sedimentación de la región limítrofe entre las Zonas Asturoccidental-leonesa y Centroibérica durante el Ordovícico Superior. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 12, 377-400.
- Schulz, G. 1835. *Descripción geognóstica del Reino de Galicia, acompañada de un mapa petrográfico de este país*. Madrid, imprenta de los Herederos de Collado, 52 p.
- Sturesson, U., Heikoop, J.M. & Risk, M.J. 2000. Modern and Palaeozoic iron ooids - a similar volcanic origin. *Sedimentary Geology*, 136, 137-146.
- Valle González, A. del & González Cesteros, V. 1989. *Guía de Minerales de España. Tomo II. Óxidos y halogenuros*. Universidad de Valladolid, 197 pp.
- Van Houten, F.B. 1985. Oolitic ironstones and contrasting Ordovician and Jurassic paleogeography. *Geology*, 13, 722-724.
- Van Houten, F.B. & Arthur, M.A. 1989. Temporal patterns among Phanerozoic oolitic ironstones and oceanic anoxia. En: Young, T.P. & Taylor, W.E.G. (eds.), *Phanerozoic Ironstones. Geological Society Special Publication*, 46, 33-49.
- Van Houten, F.B. & Hong-Fei, H. 1990. Stratigraphic and palaeogeographic distribution of Palaeozoic oolitic ironstones. En: McKerrow, W.S. & Scotese, C.R. (eds.), *Palaeozoic Palaeogeography and biogeography*. Geological Society, London, Memoir 12, 87-93.
- Vidal Romaní, J.R. & Yepes Temiño, J. 2004. Itinerarios geológicos de Galicia. Itinerario nº 1. De Ribadeo a Cabo Ortegal. En: Nuche del Rivero, R. (ed.), *Patrimonio Geológico de Galicia*. ENRESA, Madrid, 78-103.
- Xunta de Galicia. 1991. *La Minería de Galicia*. Dirección Xeral de Industria, Consellería de Industria e Comercio, Xunta de Galicia. Santiago de Compostela, 403 pp.
- Young, T.P. 1989a. Phanerozoic ironstones: an introduction and review. En: Young, T.P. & Taylor, W.E.G. (eds.), *Phanerozoic Ironstones. Geological Society Special Publication*, 46, ix-xxv (pp. introductorias).
- Young, T.P. 1989b. Eustatically controlled ooidal ironstone deposition: facies relationships of the Ordovician open-shelf ironstones of Western Europe. En: Young, T.P. & Taylor, W.E.G. (eds.), *Phanerozoic Ironstones. Geological Society Special Publication*, 46, 51-63.
- Young, T.P. 1992. Ooidal ironstones from Ordovician Gondwana: a review. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 99, 321-347.
- Zitzmann, A. & Neumann-Redlin, C. 1977-1978. The Iron Ore deposits of Spain. In Zitzmann, A. (ed.), *The Iron Ore deposits of Europe and adjacent areas*. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover; vol. 1 (1977), 418 pp.; vol. 2 (1978), 387 pp.

23

julio-diciembre 2014

2ª época



De Re Metallica

Revista de la Sociedad Española para la
Defensa del Patrimonio Geológico y Minero





De Re Metallica

Revista de la Sociedad Española para la
Defensa del Patrimonio Geológico y Minero

De Re Metallica es la publicación periódica de la Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero. Se aceptarán artículos relacionados con los fines de la sociedad, que son los de promover, difundir y coordinar actividades encaminadas al estudio, inventario, protección, conservación y restauración del patrimonio geológico y minero-metalúrgico.

La correspondencia se dirigirá a:

Luis F. Mazadiego Martínez (luisfelipe.mazadiego@upm.es)
E.T.S. Ingenieros de Minas - Ríos Rosas 21 - 28003 Madrid

Dirección: Luis Felipe Mazadiego Martínez
luisfelipe.mazadiego@upm.es

Edición: Isabel Rábano Gutiérrez del Arroyo
i.rabano@igme.es

Edición adjunta: Ester Boixereu Vila
e.boixereu@igme.es

Comité Editorial: Mariano Ayarzagüena (Sociedad Española de Historia de la Arqueología), J. Manuel Brandão (Museo IGM, Lisboa), Roberto Cerrini Villasboas (CETEM, Río de Janeiro, Brasil), Claude Domergue (Univ. Toulouse-Le Mirail, Toulouse, Francia), Jean Feraud (BRGM, Orleans, Francia), Juan Carlos Guisado (Univ. Autónoma Madrid), Fathi Habashi (Univ. De Laval, Quebec, Canadá), Alexandre Machado Leite (Univ. Porto, Portugal), Luis Mansilla (Univ. Castilla-La Mancha), José M^a Mata Perelló (Univ. Pol. Cataluña), Octavio Puche Riart (Univ. Pol. Madrid), Enrique Orche (Univ. Vigo), Ezio Vaccari (Univ. Insubria, Varese, Italia) y Rob Vernon (Univ. Bradford, Gran Bretaña)

SOCIEDAD ESPAÑOLA PARA LA DEFENSA DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO Y MINERO

JUNTA DIRECTIVA

Presidente:	Enrique Orche García
Presidente Honorífico:	José María Mata-Perelló
Vicepresidente:	Antonio Pizarro Losilla
Secretaria:	María Pilar Amaré Tafalla
Tesorero:	Mariano Ayarzagüena Sanz
Vocales:	Isabel Rábano Gutiérrez del Arroyo
	Ester Boixereu Vila
	Luis Mansilla Plaza
	Mark Hunt Ortiz
	Fernando Pedrazuela González
	Francisco Miguel Bravo Bastida
	José Vicente Cardona Gavalda
	Francisco Guillén Mondejar

Explicación de la portada:

Cargadero de mineral de hierro de la mina de A Silvarosa, ubicado en la orilla oeste de la ría de Viveiro (Lugo), fotografiado para la portada del libro "La minería en Galicia" (Cueto e Irmo, 1910). El cargadero fue construido en 1899 por la empresa británico-germana The Vivero Iron Ore Co. Ltd. Los restos del cargadero se integran en el actual "Parque Etnográfico da Ínsua", inaugurado en 2002, muchos años después de haberse desmontado las grandes estructuras metálicas visibles en la fotografía.

La cuota anual para los socios es de 45 euros (90 euros socios colectivos), que incluye el envío de la revista. Número suelto de la revista: 6 euros. Las solicitudes de inscripción en la Sociedad deben dirigirse a:

Enrique Orche García
E.T.S.I. Minas - Universidad de Vigo
C/ Lagoas Marcosende, 9 - 36310 Vigo
Tfno: 609 617 420; e-mail: eorche@gmail.com

©Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero

ISSN:1888-8615

Depósito Legal: M-18022-2001

Diseño y Producción: INFORAMA, S.A.